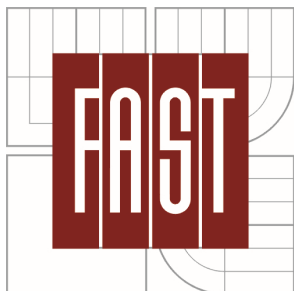


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

VYTÁPĚNÍ OBJEKTU MATEŘSKÉ ŠKOLY

HEATING OF THE KINDERGARTEN

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

VOJTĚCH DUŽÍK

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

ING. MARCELA POČÍNKOVÁ, PH.D.

BRNO 2016



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608R001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav technických zařízení budov

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Vojtěch Dužík
Název	Vytápění objektu mateřské školy
Vedoucí bakalářské práce	Ing. Marcela Počinková, Ph.D.
Datum zadání bakalářské práce	30. 11. 2015
Datum odevzdání bakalářské práce	27. 5. 2016

V Brně dne 30. 11. 2015

doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu



prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

1. Stavební dokumentace zadané budovy
2. Aktuální legislativa ČR
3. České i zahraniční technické normy
4. Odborná literatura
5. Zdroje na internetu

Zásady pro vypracování (zadání, cíle práce, požadované výstupy)

A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu, rozsah 15 až 20 stran

B. Výpočtová část

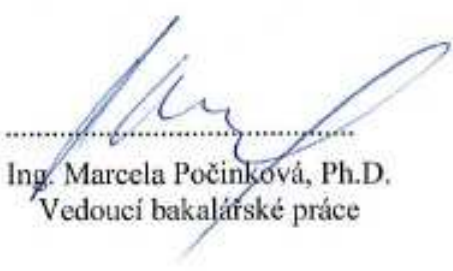
- analýza objektu – koncepční řešení vytápění a větrání objektu, volba zdroje tepla,
- výpočet tepelného výkonu,
- stanovení a hodnocení průměrného součinitele prostupu tepla budovy v podle vyhlášky č.78/2013 Sb. ,
- návrh otopných ploch,
- návrh zdroje tepla,
- návrh přípravy teplé vody, event. dalších spotřebičů tepla,
- dimenzování a hydraulické posouzení potrubí, návrh oběhových čerpadel
- návrh zabezpečovacího zařízení,
- návrh výše nespécifikovaných zařízení, jsou – li součástí soustavy
- roční potřeba tepla a paliva

C. Projekt – úroveň prováděcího projektu: půdorysy + legenda, 1:50 (1:100), schéma zapojení otopných těles - / 1:50 (1:100), půdorys (1:25, 1: 20) a schéma zapojení zdroje tepla, technická zpráva.

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).


Ing. Marcela Počinková, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Práce řeší návrh vytápění objektu pro mateřskou školu. Systém vytápění je navržený jako nízkoteplotní s hlavním zdrojem tepla tepelným čerpadlem typu vzduch – voda ve vnitřním provedení. Tepelné čerpadlo je doplněné o paralelně bivalentní zdroj, kterým je elektrické topné těleso. V celé budově jsou navržena desková otopná tělesa. Teplá voda je připravována v zásobníkovém ohříváči. Ohřev teplé vody zajišťuje tepelné čerpadlo v kombinaci s elektrickým zásobníkem. Výměna vzduchu v celém objektu je zajištěna systémem nuceného větrání se zpětným získáváním tepla. V teoretické části se zaměřuji na tepelné čerpadla.

ABSTRACT

This thesis concerns the heating of the kindergarten. The heating system is designed as low-temperature with the main source of heat which is thermal pump of a special type air-water in inner accomplishment. Heat pump is completed with parallel bivalent source, which is an electric heating element. There are designed panel radiators in whole edifice. Hot water is being prepared by DHW cylinder. The heating of hot water is being provided by thermal pump in combination with electric DHW cylinder. The exchange of air in the whole of edifice is provided by a system of forced ventilation with heat recovery. In theoretical part I focus on heat pumps.

KLÍČOVÁ SLOVA

Tepelné čerpadlo, nízkoteplotní vytápění, desková otopná tělesa, příprava teplé vody, potrubí, zabezpečovací zařízení

KEY WORDS

Heat pump, low-temperature heating, panel radiator, hot water production, pipeline, safety system

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Vojtěch Dužík *Vytápění objektu mateřské školy*. Brno, 2016. 209 s., 5 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Marcela Počinková, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 27. 5. 2016



podpis autora
Vojtěch Dužík

Poděkování

Rád bych poděkoval paní Ing. Marcele Počinkové, Ph. D., vedoucí mé bakalářské práce, za její čas a cenné odborné rady, které mi byla ochotna věnovat během konzultací. Dále bych chtěl poděkovat všem respondentům, kteří mi poskytli potřebné informace.

OBSAH

ÚVOD	16
A. TEORETICKÁ ČÁST	17
1 ÚVOD	18
1.1 ÚVOD DO TEORETICKÉ ČÁSTÍ.....	18
1.2 HISTORIE TEPELNÝCH ČERPATEL	18
1.3 OBECNÝ PRINCIP FUNGOVÁNÍ TEPELNÉHO ČERPADLA	19
2 NÁVRH TEPELNÝCH ČERPATEL A JEJICH ZÁKLADÍ PARAMETRY.....	20
2.1 ZÁKLADNÍ ZÁSADY NÁVRHU	20
2.2 TOPNÝ FAKTOR COP	20
2.3 BOD BIVALENCE	21
2.4 MOŽNOSTI PROVOZU VYTÁPĚNÍ S POUŽITÍM TEPELNÝCH ČERPATEL	22
2.4.1 MONOVALENTNÍ PROVOZ.....	22
2.4.2 PARALELNĚ BIVALENTNÍ PROVOZ.....	22
2.4.3 ALTERNATIVNĚ BIVALENTNÍ PROVOZ.....	23
2.4.4 ČÁSTEČNĚ PARALELNĚ BIVALENTNÍ PROVOZ	23
2.5 NEJČASTĚJŠÍ BIVALENTNÍ ZDROJE	23
2.5.1.1 ELEKTRICKÉ PŘÍMOTOPNÉ ZAŘÍZENÍ.....	23
2.5.1.2 ELEKTROKOTEL	23
2.5.1.3 KOTEL NA TUHÁ PALIVA	23
2.5.1.4 PLYNOVÝ KOTEL	24
2.5.1.5 KOTEL NA KAPALNÁ PALIVA	24
2.6 NEJČASTĚJŠÍ CHYBY PŘI NÁVRHU	24
2.7 MOŽNOSTI REGULACE TEPELNÝCH ČERPATEL.....	25
3 DRUHY TEPELNÝCH ČERPATEL	26
3.1 ROZDĚLENÍ PODLE PRINCIPU ZAJIŠTĚNÍ CHLADIVOVÉHO OBĚHU.....	26
3.1.1 TEPELNÁ ČERPADLA KOMPRESOROVÁ	26
3.1.1.1 PRINCIP	26
3.1.1.2 DRUHY KOMPRESORŮ	27
3.1.2 TEPELNÁ ČERPADLA ABSORPČNÍ.....	27
3.1.3 TEPELNÉ ČERPADLA HYBRIDNÍ.....	28
3.1.4 TEPELNÉ ČERPADLA POHÁNĚNÉ STÍRINGOVÝM MOTOREM.....	29
3.2 ROZDĚLENÍ PODLE ZDROJE NÍZKOPOTENCIONÁLNÍHO TEPLA A TEPLONOSNÉ LÁTKY ODBĚRU	29
3.2.1 TEPELNÁ ČERPADLA TYPU ZEMĚ – VODA.....	29
3.2.1.1 TYP ZEMĚ VODA S PLOŠNÝM TRUBNÍM REGISTREM.....	30
3.2.1.2 TYP ZEMĚ – VODA S HLUBINNÝM TRUBNÍM REGISTREM.....	31
3.2.2 TEPELNÉ ČERPADLA TYPU ZEMĚ-VZDUCH	32
3.2.3 TEPELNÁ ČERPADLA VZDUCH – VODA.....	32
3.2.3.1 TEPELNÉ ČERPADLO TYPU VZDUCH-VODA S VENKOVNÍ JEDNOTKOU A VNITŘNÍ JEDNOTKOU	33

3.2.3.2	TEPELNÉ ČERPADLO TYPU VZDUCH-VODA POUZE S VNITŘNÍ JEDNOTKOU	34
3.2.3.3	TEPELNÉ ČERPADLO TYPU VZDUCH-VODA POUZE S VENKOVNÍ JEDNOTKOU	35
3.2.4	TEPELNÉ ČERPADLA TYPU VZDUCH-VZDUCH	36
3.2.5	TEPELNÁ ČERPADLA TYPU VODA-VODA	36
3.2.5.1	POVRCHOVÁ VODA	36
3.2.5.2	PODZEMNÍ VODA	36
3.2.6	VENTILAČNÍ TEPELNÁ ČERPADLA	37
4	ZÁVĚR TEORETICKÉ ČÁSTI	37
B.	PRAKTICKÁ ČÁST	39
5	ANALÝZA OBJEKTU	40
6	VÝPOČET A POSOUZENÍ SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA	41
6.1	OBEČNÝ POSTUP VÝPOČTU	41
6.1.1	CELKOVÝ TEPELNÝ ODPOR KONSTRUKCE:	41
6.1.2	CELKOVÝ TEPELNÝ ODPOR PŘI PŘESTUPU TEPLA KONSTRUKCÍ:	41
6.1.3	SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA:	42
6.2	SVISLÉ OBVODOVÉ KONSTRUKCE	42
6.2.1	F01-OBVODOVÁ STĚNA	42
6.2.1.1	TEPELNÝ TOK:	42
6.2.1.2	SKLADBA:	42
6.2.1.3	VÝPOČET:	42
6.2.1.4	POSOUZENÍ:	43
6.2.2	F02-OBVODOVÁ STĚNA (SOKL)	43
6.2.2.1	TEPELNÝ TOK:	43
6.2.2.2	SKLADBA:	43
6.2.2.3	VÝPOČET:	43
6.2.2.4	POSOUZENÍ:	43
6.2.3	F03-OBVODOVÁ STĚNA MEZI NEVYTÁPĚNÝM SOUSEDNÍM OBJEKTEM	44
6.2.3.1	TEPELNÝ TOK:	44
6.2.3.2	SKLADBA:	44
6.2.3.3	VÝPOČET:	44
6.2.3.4	POSOUZENÍ:	44
6.3	SVISLÉ VNITŘNÍ KONSTRUKCE	45
6.3.1	SN01-DĚLÍČÍ STĚNA TL. 100 MM	45
6.3.1.1	TEPELNÝ TOK:	45
6.3.1.2	SKLADBA:	45
6.3.1.3	VÝPOČET:	45
6.3.1.4	POSOUZENÍ:	45
6.3.2	SN02-DĚLÍČÍ STĚNA TL. 125 MM	46
6.3.2.1	TEPELNÝ TOK:	46
6.3.2.2	SKLADBA:	46
6.3.2.3	VÝPOČET:	46
6.3.2.4	POSOUZENÍ:	46
6.3.3	SN03-DĚLÍČÍ STĚNA TL. 150 MM	47
6.3.3.1	TEPELNÝ TOK:	47
6.3.3.2	SKLADBA:	47

6.3.3.3	VÝPOČET:.....	47
6.3.3.4	POSOUZENÍ:	47
6.3.4	SN04-VNITŘNÍ NOSNÁ STĚNA.....	48
6.3.4.1	TEPELNÝ TOK:	48
6.3.4.2	SKLADBA:	48
6.3.4.3	VÝPOČET:.....	48
6.3.4.4	POSOUZENÍ:	48
6.4	VODOROVNÉ A STŘEŠNÍ KONSTRUKCE	49
6.4.1	P01-PODLAHA NA ZEMINĚ-KERAMICKÁ DLAŽBA V MOKRÉM PROVOZU	49
6.4.1.1	TEPELNÝ TOK:	49
6.4.1.2	SKLADBA:	49
6.4.1.3	VÝPOČET:.....	49
6.4.1.4	POSOUZENÍ:	49
6.4.2	P02-PODLAHA NA ZEMINĚ-KERAMICKÁ DLAŽBA	50
6.4.2.1	TEPELNÝ TOK:	50
6.4.2.2	SKLADBA:	50
6.4.2.3	VÝPOČET:.....	50
6.4.2.4	POSOUZENÍ:	50
6.4.3	P03-PODLAHA NA ZEMINĚ-PŘÍRODNÍ LINOLEUM	51
6.4.3.1	TEPELNÝ TOK:	51
6.4.3.2	SKLADBA:	51
6.4.3.3	VÝPOČET:.....	51
6.4.3.4	POSOUZENÍ:	51
6.4.4	P04-PODLAHA A STROP MEZI VYTÁPĚNÝMI PROSTORY-ZÁTĚŽOVÝ KOBEREK ..	52
6.4.4.1	TEPELNÝ TOK:	52
6.4.4.2	SKLADBA:	52
6.4.4.3	VÝPOČET:.....	52
6.4.4.4	POSOUZENÍ:	52
6.4.5	P05-PODLAHA A STROP MEZI VYTÁPĚNÝMI PROSTORY-KERAMICKÁ DLAŽBA ..	53
6.4.5.1	TEPELNÝ TOK:	53
6.4.5.2	SKLADBA:	53
6.4.5.3	VÝPOČET:.....	53
6.4.5.4	POSOUZENÍ:	53
6.4.6	S01-STŘECHA-PLECHOVÁ DRÁŽKOVÁ KRYTINA.....	54
6.4.6.1	TEPELNÝ TOK:	54
6.4.6.2	SKLADBA:	54
6.4.6.3	VÝPOČET:.....	54
6.4.6.4	POSOUZENÍ:	54
6.4.7	S02-STŘECHA-HYDROIZOLAČNÍ PVC FÓLIE	55
6.4.7.1	SKLADBA:	55
6.4.7.2	VÝPOČET:.....	55
6.4.7.3	POSOUZENÍ:	55
6.4.8	S03-STŘECHA-KROKVE PO VLAŠSKU	56
6.4.8.1	SKLADBA:	56
6.4.8.2	VÝPOČET:.....	56
6.4.8.3	POSOUZENÍ:	56
6.5	VÝPLNĚ OTVORŮ	56

6.6	PŘEHLED VÝSTUPNÍCH HODNOT.....	57
7	HODNOCENÍ OBÁLKY BUDOVY	58
7.1	ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY	58
7.1.1	OBEČNÝ POSTUP VÝPOČTU A POSOUZENÍ.....	58
7.1.2	PROTOKOL K ENERGETICKÉMU ŠTÍTKU OBÁLKY BUDOVY	59
7.2	HODNOCENÍ OBÁLKY DLE VYHLÁŠKY Č. 78/2013 Sb.	63
8	VÝPOČET TEPELNÉHO VÝKONŮ	64
8.1	TEPELNÝ VÝKON PRO POKRYTÍ TEPELNÝCH ZTRÁT	64
8.1.1	OBEČNÝ POSTUP	64
8.1.2	VÝPOČET NÁVRHOVÉ TEPLoty V NEVYTÁPĚNÝCH PROSTORECH.....	67
8.1.2.1	MÍSTNOST 1.05 SKLAD ZAHRADNÍHO NÁŘADÍ.....	67
8.1.2.2	MÍSTNOST 1.11 ODPADKY	68
8.1.3	VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT JEDNOTLIVÝCH MÍSTNOSTI	69
8.1.4	PŘEHLED TEPELNÝCH ZTRÁT MÍSTNOSTI	116
8.2	TEPELNÝ VÝKON PRO PROVOZ VZDUCHOTECHNIKY	117
8.2.1	OBEČNÝ POSTUP VÝPOČTU TEPELNÉHO VÝKONU PRO VZDUCHOTECHNIKU	117
8.2.2	VÝPOČET TEPELNÉHO VÝKONU PRO NUCENÉ VĚTRÁNÍ	119
8.2.3	PŘEHLED VÝSTUPNÍCH HODNOT	120
8.3	PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY.....	120
8.3.1	VÝPOČET POTŘEBY A TEPELNÉHO VÝKONU PRO OHŘEV TEPLÉ VODY	120
8.3.2	NÁVRH ZAŘÍZENÍ PRO PŘÍPRAVU TEPLÉ VODY.....	124
8.3.2.1	NÁVRH ELEKTRICKÉHO AKUMULAČNÍ OHŘÍVAČE.....	124
8.3.2.2	NÁVRH ZÁSOBNÍKU TEPLÉ VODY	125
8.3.2.3	NÁVRH TOPNÉ VLOŽKY OHŘEV PROTI VÝSKYTU LEGIONELLY	127
9	NÁVRH OTOPNÝCH TĚLES	128
9.1	OBEČNÝ POSTUP VÝPOČTU	128
9.2	POPIS NAVRHOVANÝCH OTOPNÝCH TĚLES	129
9.3	NÁVRH ROZMĚRŮ OTOPNÝCH TĚLES.....	132
9.4	HYDRAULICKÉ ZREGULOVÁNÍ OTOPNÝCH TĚLES	133
9.5	PŘÍSLUŠENSTVÍ OTOPNÝCH TĚLES.....	134
9.5.1	TERMOSTATICKÁ HLAVICE	134
9.5.2	PŘÍMÉ ŠROUBENÍ.....	135
10	ZDROJ TEPLA	135
10.1	NÁVRH TEPELNÉHO ČERPADLA:	135
10.2	NÁVRH PARALELNĚ BIVALENTNÍHO ZDROJE TEPLA.....	139
11	POTRUBNÍ ROZVODY	142
11.1	DIMENZOVÁNÍ POTRUBNÍCH ROZVODŮ.....	142
11.1.1	VĚTEV ČÍSLO 1 – VYTÁPĚNÍ PRVNÍHO PODLAŽÍ	142
11.1.1.1	DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ A HYDRAULICKÉ SEŘÍZENÍ	143
11.1.1.2	NÁVRH SMĚŠOVACÍ ARMATURY.....	144

11.1.1.3	NÁVRH OBĚHOVÉHO ČERPADLA	145
11.1.2	VĚTEV ČÍSLO 2 - KE VZDUCHOTECHNICKÝM JEDNOTKÁM.....	147
11.1.2.1	NÁVRH VYVAŽOVACÍCH A REGULAČNÍCH ARMATUR	148
11.1.2.2	DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ A HYDRAULICKÉ SEŘÍZENÍ.....	149
11.1.2.3	NÁVRH OBĚHOVÉHO ČERPADLA	150
11.1.3	VĚTEV ČÍSLO 3 – VYTÁPĚNÍ DRUHÉHO NADZEMNÍHO PODLAŽÍ	151
11.1.3.1	DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ A HYDRAULICKÉ SEŘÍZENÍ.....	152
11.1.3.2	NÁVRH SMĚŠOVACÍ ARMATURY	153
11.1.3.3	NÁVRH VYVAŽOVACÍHO VENTILU	154
11.1.3.4	NÁVRH OBĚHOVÉHO ČERPADLA	155
11.1.4	NÁVRH POTRUBÍ V TECHNICKÉ MÍSTNOSTI	156
11.1.4.1	NÁVRH OBĚHOVÝCH ČERPACEL	158
11.2	NÁVRH ZABEZPEČOVACÍCH A EXPANZNÍCH ZAŘÍZENÍ	159
11.2.1	NÁVRH POJISTNÝCH VENTILŮ.....	160
11.2.2	NÁVRH EXPANZNÍ NÁDOBY:	163
11.3	IZOLACE POTRUBÍ	165
12	NÁVRH ZAŘÍZENÍ V TECHNICKÉ MÍSTNOSTI	166
12.1	NÁVRH KOMBINOVANÉHO ROZDĚLOVAČE A SBĚRAČE.....	166
12.2	NÁVRH AKUMULAČNÍ NÁDRŽE	167
12.3	NÁVRH AUTOMATICKÉHO DOPLŇOVÁNÍ A ZMĚKČOVÁNÍ VODY.....	169
12.3.1	AUTOMATICKÉ DOPLŇOVÁNÍ VODY DO OTOPI SNÁSTAVY.....	169
12.3.2	NÁVRH ZMĚKČOVAČE VODY	170
12.3.3	NÁVRH PROGRAMOVATELNÉHO VODOMĚRU	170
12.3.4	NÁVRH EXTERNÍHO TLAKOVÉHO ČIDLA	170
13	ROČNÍ POTŘEBA TEPLA A SPOTŘEBA ENERGIE - MĚSÍČNÍ BILANČNÍ METODA.....	171
13.1	VSTUPNÍ ÚDAJE PRO VÝPOČET:	171
13.1.1	PŘEDPOKLADY VÝPOČTU.....	171
13.1.2	PŘEHLED VSTUPNÍCH HODNOT.....	173
13.2	VÝPOČET POTŘEBY A SPOTŘEBY PRO VYTÁPĚNÍ	173
13.3	VÝPOČET POTŘEBY A SPOTŘEBY PRO OHŘEV TEPLÉ VODY	179
C.	PROJEKT	183
1	TECHNICKÁ ZPRÁVA	184
1.1	ÚVOD.....	184
1.1.1	UMÍSTĚNÍ A POPIS OBJEKTU	184
1.1.2	POPIS PROVOZU OBJEKTU	185
1.2	PODKLADY	185
1.2.1	ZADÁNÍ	185
1.2.2	VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE.....	185
1.2.3	ZÁKONY, VYHLÁŠKY A NORMY.....	185
1.2.4	PODKLADY FIREM	186
1.3	TEPELNÁ TECHNIKA.....	186
1.3.1	KLIMATICKÉ POMĚRY	186

1.3.2	TEPELNÉ TECHNICKÉ VLASTNOSTI STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ	187
1.3.3	TEPELNÉ ZTRÁTY BUDOVY	187
1.3.4	TEPELNÝ VÝKON PRO NUCENÉ VĚTRÁNÍ	189
1.3.5	TEPELNÝ VÝKON PRO PŘÍPRAVU TEPLÉ VODY.....	190
1.3.5.1	OHŘEV TEPELNÝM ČERPADLEM ELEKTRICKÝM AKUMULAČNÍM OHŘÍVAČEM.....	190
1.3.5.2	OHŘEV ELEKTRICKOU TOPNOU VLOŽKOU	190
1.3.6	CELKOVÝ INSTALOVANÝ TEPELNÝ VÝKON.....	190
1.3.7	TECHNICKO – HOSPODÁŘSKÉ UKAZATELE	190
1.3.7.1	POTŘEBA TEPLA	190
1.3.7.2	SPOTŘEBA ELEKTRICKÉ ENERGIE.....	190
1.4	ZDROJ TEPLA.....	191
1.4.1	DRUH PRIMÁRNÍ ENERGIE	191
1.4.1.1	TEPELNÉ ČERPADLO	191
1.4.2	ELEKTRICKÝ AKUMULAČNÍ OHŘÍVAČ	191
1.4.3	ELEKTRICKÉ TOPNÉ TĚLESO V ZÁSOBNÍKU TOPNÉ VODY.....	191
1.4.4	ELEKTRICKÉ TEPLÉ TĚLESO V ZÁSOBNÍKU TOPNÉ VODY	191
1.5	ZABEZPEČOVACÍ A EXPANZNÍ ZAŘÍZENÍ.....	191
1.6	OTOPNÁ SOUSTAVA	192
1.6.1	POPIS OTOPNÉ SOUSTAVY	192
1.6.2	ČERPACÍ TECHNIKA	193
1.6.3	PLNĚNÍ A VYPOUŠTĚNÍ OTOPNÉ SOUSTAVY.....	193
1.6.4	OTOPNÉ PLOCHY	193
1.6.5	REGULACE A MĚŘENÍ.....	193
1.6.5.1	HYDRAULICKÁ REGULACE	193
1.6.6	EKVITERMNÍ REGULACE	194
1.7	POŽADAVKY NA OSTATNÍ PROFESE	194
1.7.1	STAVEBNÍ PRÁCE	194
1.7.1.1	ROZVODY	194
1.7.1.2	TEPELNÉ ČERPADLO	194
1.7.2	POŽADAVKY NA ELEKTROINSTALACE.....	195
1.7.3	POŽADAVKY NA ROZVODY ZDRAVOTECHNIKY	195
1.7.4	POŽADAVKY NA VZDUCHOTECHNIKU	195
1.7.5	POŽADAVKY NA REGULACI.....	195
1.8	OCHRANA ZDRAVÍ A ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ.....	195
1.8.1	VLIVY NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ	195
1.8.2	VYPOUŠTĚNÉ LÁTKY	196
1.8.3	HOSPODAŘENÍ S ODPADY	196
1.9	BEZPEČNOST A POŽÁRNÍ OCHRANA	196
1.9.1	POŽÁRNÍ OCHRANA	196
1.9.2	BEZPEČNOST PŘI REALIZACI DÍLA	196
1.9.3	BEZPEČNOST PŘI PROVOZU A UŽÍVÁNÍ ZAŘÍZENÍ	196
1.10	ZKOUŠKY OTOPNÉ SOUSTAVY	196
2	VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE	197
3	ZÁVĚR	198
4	POUŽITÉ ZDROJE.....	199

4.1	LITERATURA.....	199
4.2	INTERNETOVÉ ZDROJE	199
4.3	ZÁKONY, NORMY A VYHLÁŠKY	201
5	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ.....	203
6	SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK	205
6.1	OBRÁZKY	205
6.2	TABULKY	207
7	SEZNAM PŘÍLOH	208

ÚVOD

Hlavním cílem mé bakalářské práce je navrhnout systém vytápění pro objekt mateřské školy zajišťující pokrytí tepelných ztrát, ohřev teplé vody a ohřev vzduchu při nuceném větrání. Hlavní zdroj tepla bude využívat obnovitelnou energii. Tato práce je členěná na tři základní části.

První část je teoretická a budu se v ní věnovat tepelným čerpadlům. Tuto problematiku se budu snažit popsat ze širšího hlediska s cílem zjednodušeně rozebrat všechny běžně se používající druhy. Rád bych uvedl něco málo z historie tepelných čerpadel, dále pak jejich základní principy fungování, možnosti použití včetně výhod a nevýhod.

V druhé části, což je část výpočtová, vypracuji návrh vytápění včetně všech technických a zabezpečovacích zařízení nutných k provozu. Celá budova bude vytápěna pomocí otopných těles tepelným čerpadlem typu vzduch – voda ve vnitřním provedení. Tento zdroj se doplní o bivalentní zdroj v podobě elektrického topného tělesa. Stejně zdroje budou zajišťovat i teplo pro vzduchotechniku. Výměna vzduchu bude v celém objektu pomocí systému nuceného větracím využívající zpětné získávání tepla. Teplá voda se bude ohřívat zásobníkovým způsobem pomocí tepelného čerpadla a následného dohřevu elektrickým zásobníkem.

V poslední projektové části vypracuji grafickou část projektu včetně technické zprávy.

A. Teoretická část

1 ÚVOD

1.1 Úvod do teoretické částí

Tepelné čerpadla se v České republice stávají čím dál více populárnějším zdrojem tepla. Samotné zařízení však není žádnou novinkou poslední doby. Princip jeho funkce byl objevený už před více než stopadesátí lety a ve vyspělejších státech Evropy se běžně používá pro vytápění již přes padesát let. Jelikož spotřeba energie společnosti pořád narůstá, dochází k postupnému vyčerpávání tradičních paliv. To přímo souvisí se zvyšováním cen za tyto paliva. V posledních letech se taky zvedl zájem o ekologické vytápění, větší využívání obnovitelných zdrojů a celkovou úsporu energií. V neposlední řadě jsou také zvyšovány požadavky na komfortní provoz, automatické ovládání a bezstarostnou údržbu. Značnou podporu přinášení i nejrůznější státní dotace. To ale i mnoho dalších faktorů způsobuje dnešní rozmach tepelných čerpadel a i další alternativních zdrojů tepla.

Použití tepelného čerpadla jako zdroje tepla v každé případě přináší i různé specifické problémy. Největším z nich je asi vysoká pořizovací cena, která sahá až k několika set tisícům Kč. Provozní náklady jsou však nižší a předpokládá se, že se investice za několik let vrátí. Je také vhodné navrhnout a počítat s dalším bivalentním zdrojem tepla. Pro provoz je navíc nutné dodávat energii kompresoru. Problematické taky někdy může být i instalace nebo řešení odhlučnění. Nevýhod spojených s používáním tepelných čerpadel je více. Jejich výhody je však v dnešní době začínají silně převažovat.

Z nadsázkou se někdy uvádí, že tepelné čerpadlo obchází fyzikální zákony tím, že převádí teplo z chladnější látky na teplejší. To je podle fyzikálních zákonů nemožné. Tepelné čerpadlo fyzikální zákony v žádném případě neobchází, protože pracuje za předpokladu dodání vnější energie pro kompresor. Podobné je to pro příklad třeba s vodou. Ta vlivem gravitace samovolně stéká směrem shora dolů. Použijeme-li čerpadla, dodáme tedy energii, můžeme vodu libovolně přemísťovat. Tepelné čerpadlo přeměňuje nízkopotencionální teplo, které je ekologickým a obnovitelným zdrojem, na teplo vhodné pro topení, přípravu teplé vody, ohřev bazénové vody a další. Běžným provozem zařízení se vyznačuje téměř žádným negativním dopadem na životní prostředí.[1],[2],[4]

Cílem teoretické části mé bakalářské práce je popsat základní principy fungování tepelných čerpadel a zjednodušeně objasnit způsob navrhování. Dále pak budu rozebrat jednotlivé druhy. Vyšší pozornost budu věnovat typu vzduch – voda, protože jsem tento typ navrhl ve výpočtové části.

1.2 Historie tepelných čerpadel

Vůbec první zmínka o stroji nebo principu využívající dnešní tepelná čerpadla byla již v roce 1824. Zasloužil se o ní francouzský fyzik Nicolas Léonard Sadi Carnot, který definoval vratný kruhový děj pro ideální tepelný stroj. Tento cyklus byl po autorovi také pojmenovaný a dnes je známý jako Carnotův cyklus. Na základě jeho poznatků přišel v roce 1852 s ideou tepelného čerpadla lord Kelvin (William Thomson, skotský fyzik). Zabýval se myšlenkou, plynoucí

z druhého termodynamického zákona, jak dostat teplo ze studenější látky na látku teplejší. Došel k závěru, že k této tepelné přeměně je nutno pomoci – dodat práci. Od těchto prvních úvah až po vznik stroje s praktickým využitím uběhlo několik desítek let. První tepelné čerpadlo, sloužící k získávání tepla vzniklo koncem čtyřicátý let dvacátého století díky americkému vynálezci Robertu C. Webbrovi. Dřívější pokusy se zaměřovaly na zdokonalování chladících strojů.

Ve větším měřítku se tepelná čerpadla začala prosazovat až koncem osmdesátých let, protože jejich instalace byla složitá a drahá. Po roku 1980 nastal v mnoha zemích západní Evropy obrovský zlom ve zvyšujícím se množství jejich používání. Ten trval přibližně deset let a pak ho vystřídal prudký pokles v devadesátých letech. Nárůst zapříčinily zvyšující se ceny energií a následný pokles zase fakt, že tehdejší tepelné čerpadla měla určité technické nedostatky a navíc bylo prakticky nemožné je použít na stávající otopné systémy.

Do České republiky se tepelné čerpadla začala dovážet ze západních zemí Evropy až po roce 1990. Opravdový průlom však nastal až o deset let později. Pozvolný nárůst byl zapříčiněn pomalým vzestupem cen za energii. Často se tak stávalo, že návratnost investice byla delší než životnost tepelného čerpadla. K vzestupu došlo až po roce 2000 díky různým dotačním programům nebo sníženým sazbám ze eklektickou energii při provozování tepelného čerpadla. V Evropě se nejvíce tepelných čerpadel používá ve Švédsku, Norsku, Francii a Německu.[5],[2]

1.3 Obecný princip fungování tepelného čerpadla

Název tepelné čerpadlo je odvozené od hlavní činnosti, které zařízení vykonává. Zjednodušeně lze říct, že přečerpává teplo z jednoho místa do jiného při dodání vnější práce. V souvislosti z jejich provozem se objevují dva pojmy. Prvním z nich je primárního okruh, což je okruh ochlazovaný a druhým je okruh sekundární, který se ohřívá. V látkách vyskytujících se v okolním prostředí je uloženo určité poměrně velké množství tepla. Toto teplo, často označováno jako nízkopotencionální, má ale nízkou teplotu, a proto ho nelze přímo využívat pro potřeby vytápění, ohřev teplé vody nebo k jiným účelům. Ke zvýšení teploty na teplotu využitelnou slouží chladicí okruh, obsahující pracovní látku - chladivo. To musí mít vždy teplotu varu nižší než je teplota odebíraného tepla. Chladivo přichází do kontaktu z okolním prostředím a odejímat mu teplo. Tím dojde k tomu, že se chladivo začne vypařovat a okolní prostředí ochlazovat. Chladivo pak v plynné formě pokračuje dál okruhem a následně je mu dodána vnější práce – dojde ke zvýšení teploty a tlaku. Následně je chladivo připraveno před své teplo přes výměník topné látky. Při této tepelné výměně chladivo opět zkapalní a přes jeho další úpravy se cyklus opakuje. Tento princip je základem fungování celé řady dalších zařízení. Jedná se například o systémy klimatizací nebo i o obyčejnou lednici. [4], [2], [5]

2 NÁVRH TEPELNÝCH ČERPADEL A JEJICH ZÁKLADÍ PARAMETRY

2.1 Základní zásady návrhu

Výběr tepelného čerpadla je do jisté míry složitý proces. Rozhodnutí by mělo vycházet z podrobné analýzy objektu, požadavků a přání investora, finančních možností investora a hlavně ze snahy co nejvíce uspořit energie. První úvahy by se měly tedy vztahovat k základním parametřům budovy. To znamená stanovit užší okruh možných variant podle: účelu objektu, dále jestli se jedná o stávající objekt nebo novostavbu, situace v okolí stavby, počtu osob užívající objekt, dostupnost energií a dalších. To všechno samozřejmě s přihlédnutím na ekonomickou stránku věci. Velkou roli zde hrají:

- Tepelné ztráty objektů – velmi důležité pro určení výkonu tepelného čerpadla.
- Způsob vytápění – zcela zásadní z hlediska teplotního spádu.
- Ohřívání vody – je nutno předem vědět, zda bude tepelné čerpadlo ohřívat teplou vodu, případně bazén z hlediska navýšení výkonu. Jestliže ano, tak je taky potřeba stanovit charakter odběru teplé vody.
- Pozemek – především vybírá-li se z varianty země-voda.

Volba závisí především na investorovi. V jeho zájmu by mělo být si nechat udělat odborný úsudek a zhodnotit rady a doporučení.

2.2 Topný faktor COP

Topný faktor je jeden z nejdůležitějších parametru tepelných čerpadel. Označuje se zkratkou COP, což vychází z prvních písmen pojmenování této veličiny v anglickém jazyce: coefficient of performance (volně přeloženo jako koeficient výkonnosti). Veličina je bezrozměrná a vyjadřuje podíl dodané tepelné energie (pro vytápění, ohřev teplé vody...) k energii spotřebované na produkci tepla. COP se tedy stanoví:

$$\text{COP} = \frac{Q_T}{P} = \frac{Q_T}{Q_T - Q_{CH}} \quad [-] \quad (1.1)$$

kde Q_T je topný výkon tepelného čerpadla [kW]

P je příkon energie pro kompresor [kW]

Q_{CH} je chladicí výkon tepelného čerpadla [kW] [4]

Jak je patrné ze vztahu 1.1, čím je topný faktor větší, tím je tepelné čerpadlo efektivnější. Aby se jednotlivé tepelné čerpadla mohla srovnávat, do příkonu se započítává pouze energie spotřebovaná kompresorem. Ve skutečnosti je k chodu tepelného čerpadla nutná i další pomocná energie (pro oběhové čerpadla, ventilátory, řídicí jednotky apod.). Pro topný faktor je zásadní, že se mění v závislosti na teplotě látky, ze které je teplo odejímáno (teplota vstupního média), a teplotě vystupující topné vody (teplota výstupního média). Pro porovnávání tepelných čerpadel podle veličiny COP, musí být tyto hodnoty pro všechny posuzované čerpadla stejné.

V tabulce č. 2.1 jsou pro příklad konkrétně uvedeny parametry stejného tepelného čerpadla při různých vstupních a výstupních teplotách.

Střední teplota: vstup/výstup	Příkon	Topný výkon	COP
[°C]	[kW]	[kW]	[-]
0/35	1,6	4,6	7,3
0/50	2,1	3,3	6,9

Tabulka 2.1 Příklad COPu stejného tepelného čerpadla při jiných vstupních parametrech [2]

Tím vzniká prostor pro reklamní triky výrobců, kdy by mohli uvádět, co možná nejvyšší topný faktor svých produktů ale při prakticky nepoužitelných podmínkách. Proto je nutné, aby výrobci uváděli parametry, při kterých bylo topného faktoru dosaženo. V praxi se rozlišují dvě hodnoty:

1. A_x/W_x

kde A_x je teplota vnějšího prostředí [°C]

W_x je teplota teplonosné látky v otopném systému [°C]

Například pro tepelné čerpadlo typu vzduch – voda: A7/W45.

2. B_x/W_x

kde B_x je výstupní teplota teplonosného média v primárním okruhu [°C]

Hodnoty A a B nelze zaměnit. Přesné podmínky uvádění topného faktoru popisují evropské i české normy a také kodex výrobců a dovozců tepelných čerpadel.

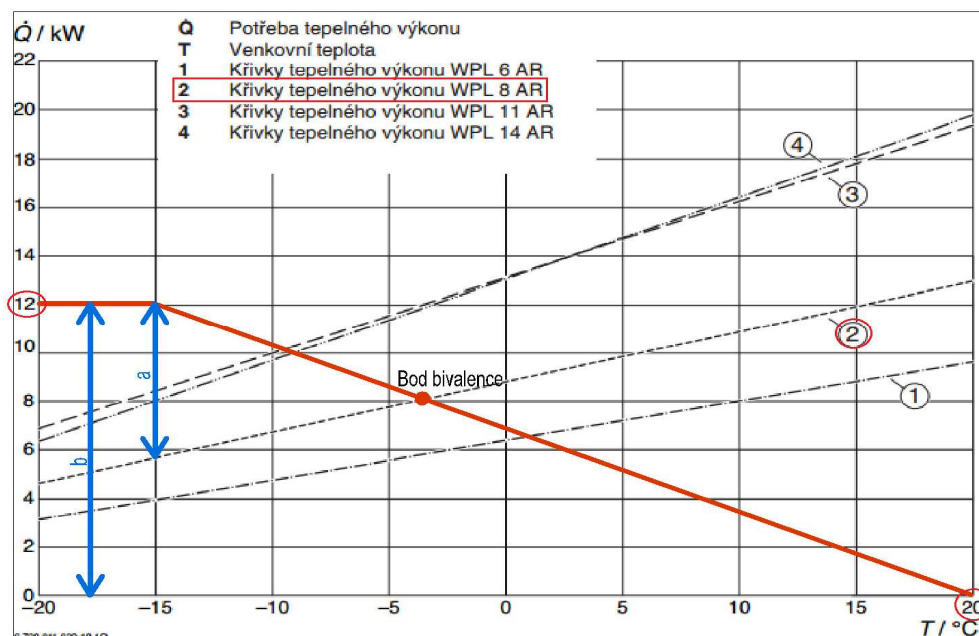
Teoreticky lze práci kompresoru zajišťovat libovolným motorem, například plynovým spalovacím motorem. Ten má při výrobě značné ztráty, a proto takové tepelné čerpadla dosahují menších topných faktorů (okolo 1,3). U elektricky poháněných kompresoru se topný faktor pohybuje zpravidla kolem 2 až 7. Kdyby se však započítala účinnost výroby a distribuce elektrické energie, hodnoty by se pohybovaly okolo 0,6 až 1-2.[1],[4],[1]

2.3 Bod bivalence

Bod bivalence lze zjednodušeně popsat jako teplotu venkovního vzduchu, při které je v rovnováze potřebný tepelný výkon s výkonem tepelného čerpadla. Výkon tepelného čerpadla však nezávisí pouze na venkovní teplotě, ovlivňující teplotu látky, ze které je teplo odejímáno, ale i na teplotě topné látky v sekundárním okruhu. Ta ovlivňuje výkon zdroje a otopné soustavy, které potřebný výkon dodávají. Bod bivalence je tedy přesněji stav, při kterém je v rovnováze potřebný topný výkon, výkon tepelného čerpadla a výkon otopné soustavy. Teplota bodu bivalence by se měla ideálně pohybovat v rozmezí -5 °C až 0 °C.

K největší závislosti výkonu tepelného čerpadla na venkovní teplotě dochází u vzduchových čerpadel. Na obrázku č. 2.1 je zjednodušeně určený bod bivalence pro tepelné čerpadlo

Logatherm WPL 8 AR typu vzduch – voda. Výkonová křivka je definovaná pro výstupní teplotu topné vody 55 °C. Pro příklad určení bylo uvažováno s převažující vnitřní teplotou 20 °C, návrhovou venkovní teplotou -15 °C a potřebným tepelným výkonem 12 kW. Teplota bodu bivalence vychází dle grafu okolo -4 °C. Hodnota a znázorňuje potřebný výkon pro paralelně bivalentní zdroj. Hodnota b představuje potřebný výkon pro alternativně bivalentní zdroj.



Obrázek 2.1 Příklad určení bodu bivalence [8]

2.4 Možnosti provozu vytápění s použitím tepelných čerpadel

2.4.1 Monovalentní provoz

Při tomto provozu je tepelné čerpadlo navrženo na extrémní tepelné ztráty (pro zimní návrhovou venkovní teplotu) a je tak jediným zdrojem tepla. To přináší řadu nevýhod. Výkon tepelného čerpadla vychází zbytečně vysoký z ohledem na to, že zimní návrhové venkovní teploty se během roku objeví jen několikrát. Naopak v teplejších dnech nemá dostatečné uplatnění. Samozřejmě potřeba vyššího výkonu vede k vyšším investičním nákladům. Na druhou stranu může mít tento režim skvělé uplatnění v oblastech s teplejším podnebím než u nás, kde nejsou tuhé zimy.

2.4.2 Paralelně bivalentní provoz

V našich zeměpisných šířkách je mnohem výhodnější navrhnout tepelné čerpadlo pouze do určitého stupně pokrytí tepelných ztrát a při překročení jeho výkonu topit druhým bivalentním zdrojem.

Při tomto režimu je tepelný výkon pro pokrytí tepelných ztrát v době nejnižších teplot (až do teploty bodu bivalence) poskytován tepelným čerpadlem a přídatným bivalentním zdrojem. Oba zdroje pracují při nejnižších teplotách zároveň. Při teplotách vyšších než je teplota bodu

bivalence pak tepelné čerpadlo pracuje samostatně. Naopak při nižších si připíná bivalentní zdroj.

2.4.3 Alternativně bivalentní provoz

Na rozdíl od paralelně bivalentního způsobu provozu spolu tepelné čerpadlo a bivalentní zdroj na dodávání tepelného výkonu nespolupracují. Tepelné čerpadlo je navrženo pouze na určitou předem stanovenou venkovní teplotu. Je tedy v chodu po celou topnou sezonu až do překročení této teploty. Pak se vypne. Při nejnižších teplotách tepelný výkon vyrábí pouze bivalentní zdroj. Výhodou režimu je možnost použití vyšší teploty otopné vody (až 90 °C).

2.4.4 Částečně paralelně bivalentní provoz

Jedná se zjednodušeně o jakousi kombinaci předešlých dvou provozů. Tepelné čerpadlo je v chodu jen část topné sezony do předem stanovené nejnižší teploty. Ještě před překročením této hodnoty, kdy už výkon tepelného čerpadla na potřebu tepla nestáčí, se spouští bivalentní zdroj. V určité fázi pracují společně. Avšak po překročení stanovené nejnižší teploty dojde k odstavení tepelného čerpadla a v provozu zůstává jen bivalentní zdroj. Tento provoz také umožňuje použití vyšších teplotních spádů otopné vody. [7],[1]

2.5 Nejčastější bivalentní zdroje

2.5.1.1 Elektrické přímotopné zařízení

Je spolu s elektrokotlem nejčastěji používaný bivalentní zdroj. Může být zabudováno přímo v tepelném čerpadle nebo jako samostatné topné těleso, které se vkládá do zásobníku topné vody. V dnešní době existuje velké množství výrobců s celou řadou různých produktů a širokou výkonovou stupnicí.

2.5.1.2 Elektrokotel

Elektrokotel se vyznačuje možností dobré regulace a poměrně nízkými pořizovacími náklady včetně dalších investic podmiňující provoz. To však neplatí v případě, kdy je nutno vybudovat novou nebo silnější elektrickou přípojku do sítě. K tomu někdy dochází u starších objektů a počáteční investice se výrazně prodraží. Nejčastějším a nejjednodušším použitím je provoz se zapojení elektrokotle do série sekundárního okruhu tepelného čerpadla a náběhové vody. Řídící jednotka tepelného čerpadla určí, zda postačí jeho výkon nebo připojí výkon elektrokotle a tím reguluje průtočnou teplotu v přívodní větvi topné vody.

2.5.1.3 Kotel na tuhá paliva

Naopak systém s kotlem na tuhá paliva jako bivalentní zdroj pro tepelné čerpadlo je velmi obtížně regulovatelný. Celé užívání je méně komfortní, protože se těžko zajišťuje zcela automatický provoz. Provozováním se také v porovnání s elektrokotlem více zatěžuje životní prostředí. Uplatnění nachází nejčastěji u rekonstrukcí, kde je kotel na tuhá paliva již v provozu jako jediný zdroj tepla.

2.5.1.4 Plynový kotel

Tato alternativa je výhodná prakticky pouze v případě rekonstrukcí, kde už je nainstalovaný plynový kotel a v rámci úspor je navrhované tepelné čerpadlo. Řešení s novým plynovým kotlem je v drtivé většině případů nevýhodné. Plyn nejspíše bude s největší pravděpodobností pořád levnější než elektřina ale pořizovací náklady na provoz plynového kotle by byly příliš vysoké. Jednalo by se hlavně o zřízení přípojky, řešení komínu úpravy dispozice kotelny a další.

2.5.1.5 Kotel na kapalná paliva

Představuje zajímavou alternativu bivalentního zdroje tepla, avšak v České republice ne až tolik rozšířenou. To do značné míry souvisí s tím, že vytápění kapalnými palivy u nás není úplně běžné. Kotle na topné oleje jako bivalentní zdroj tepla pro tepelné čerpadlo se často používají například v Polsku. Zdroj je zajímavý proto, že investiční náklady pouze na kotel nejsou v porovnání nikterak vysoké. I samotný provoz je levný a při porovnání s elektrokotlem může zajistit výraznou úsporu. Nevýhodou je nutnost vyložkování komínu, potřeba nádrže na palivo a další. To značně zvýší investiční náklady.[4]

2.6 Nejčastější chyby při návrhu

Základní a bohužel často vyskytující se chybou je už i samotné tepelně technické posouzení objektu. To se ovšem týká všech otopných soustav ne jen těch s tepelnými čerpadly. Chyba pramení z toho, že tepelné toky vytvářející tepelné ztráty objektu jsou pouze odhadované. Špatně odhadnutí tepelných ztrát (tepelné toky neodpovídají přibližně skutečnosti) vede k určení nevhodných vstupních parametrů, od kterých se dále odvíjí celý návrh otopné soustavy. Je tedy velmi důležité, aby bylo tepelně technické hodnocení provedeno správně a dle předepsaných postupů. Na druhou stranu je dobré, když má profesní odborník zkušenosti a ví jaké hodnoty od výpočtu přibližně očekávat.

Chyby vznikají i při navrhování otopné soustavy. K jedné z nich dochází při nevhodném rozmístění otopných ploch způsobující zbytečně dlouhou a neúčinnou délku potrubních rozvodů. To se samozřejmě projeví zvýšením investičních i provozních nákladů ale především zvýšenou ztrátou unikajícího tepla těmito rozvody. Tato hodnota nebývá příliš vysoká, avšak v případě tepelných čerpadel, které pracují s elementárními hodnotami, může být důležitá. Další problém nastává při špatném hydraulickém vyvážení systému, nedostatečném odvzdušnění vodorovných potrubí či chybně navržené regulaci.

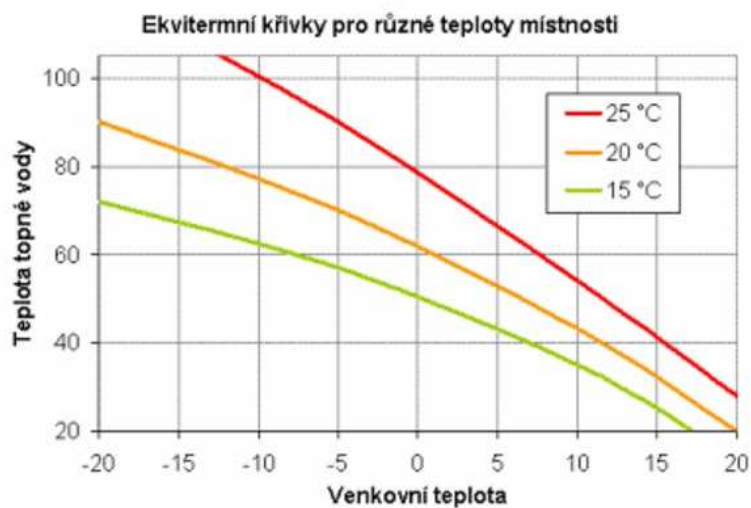
K zásadnímu problému může dojít při předimenzování otopných ploch, především pak otopných těles. U tepelného čerpadla je podstatné to, aby byla dodržena teplota vracející se otopné vody podle navrženého teplotního spádu. Její teplota nesmí být vyšší, protože by snížila účinnost tepelného čerpadla. Jestliže se otopné plochy navrhnou s velkou rezervou (většinou už okolo 20 %), může právě k tomuto dojít. Zabránit se tomu dá tak, že se provede zpětný přepočet teplotního spádu pro konkrétně navržený systém a případně se otopné plochy zmenší.[4],[6]

2.7 Možnosti regulace tepelných čerpadel

Stále existují tepelné čerpadla, která ohřívají teplonosnou látku sekundárního okruhu pouze na konstantní teplotu. S tím se setkáme především u starších zařízení, u kterých je jediná možná regulace formou vypnuto nebo zapnuto. Nevýhodou takových čerpadel je kromě horší efektivity z pohledu tepelné pohody a ekonomiky, také nadbytečné přetěžování kompresorů a tím zkracování jeho životnosti. K tomuto systému je taky nutná objemná akumulární nádrž.

Řízení výkonu tepelných čerpadel se nejčastěji zajišťuje pomocí centrální ekvitermní regulace. Závislost venkovní teploty a teploty topné vody udává tzv. ekvitermní křivka. Ta nastavuje pro požadovanou prostorovou teplotu v závislosti na aktuální teplotě venkovního vzduchu teplotu topné vody. Ta je ovlivněna prací kompresoru. Smyslem této regulace je to, aby došlo k rovnováze mezi tepelnými toky odcházející pryč z budovy (tepelné ztráty) a množstvím dodaného tepla. To čerpadlu umožní pracovat s nižšími teplotami topné vody a provoz je levnější.

Aby mohlo docházet ke snižování teploty topné vody, je potřeba snižovat výkon kompresoru. K tomu slouží inventor, což je vlastně digitální frekvenční měnič. Jeho úkolem je regulovat otáčky kompresoru změnou frekvence a napětí. Při poklesu otáček kompresoru dochází zároveň ke snížení průtoku chladiva. To vyžaduje, aby byl i expanzní ventil elektronicky ovládaný. Hlavní výhodou inventorové technologie je zvýšení účinnosti tepelného čerpadla a tím i COP, zvýšený rozsah provozních teplot a snížení námrazy při odebírání tepla z venkovního vzduchu a celkově potřeba menší akumulární nádrže. [9],[4]



Obrázek 2.2 Příklad průběhu ekvitermních křivek [9]

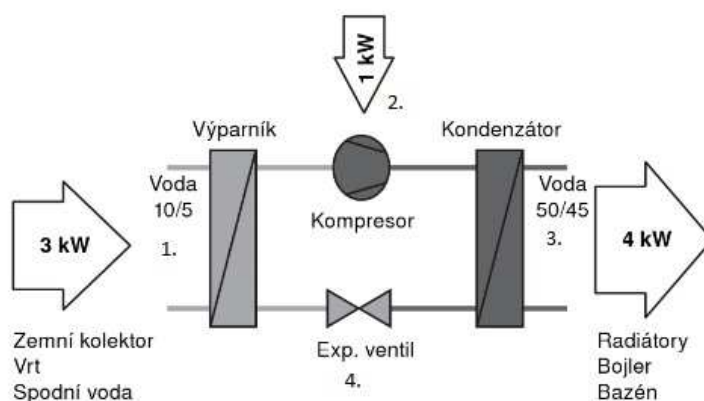
3 DRUHY TEPELNÝCH ČERPADEL

3.1 Rozdělení podle principu zajištění chladivového oběhu

3.1.1 Tepelná čerpadla kompresorová

3.1.1.1 Princip

Jedná se nejpoužívanější typ tepelných čerpadel. Skládá se ze čtyř základních částí: výparníku, kompresoru, kondenzátoru a expanzního ventilu. Kompresor je přitom nejdražší a nejsložitější komponent. Zároveň je však hlavním zdrojem hluku zařízení. Cely princip fungování je založen na faktu, že teplotně nosná látka v primárním okruhu tepelného čerpadla mění své skupenství (vypařuje se nebo zkapalňuje) při teplotách (teplota varu nebo teplota kondenzace), které jsou závislé na tlaku teplotně nosné látky. Princip kompresorového čerpadla je znázorněn na obrázku č. 3.1.



Obrázek 3.1 Princip kompresorového tepelného čerpadla [5]

Základní fáze kompresorového tepelného čerpadla:

1. Vypařování

Probíhá ve výparníku, což je tepelný výměník mezi chladicí látkou a přijímaným teplem z vnějšího prostředí. Chladivo vstupuje do výparníku v kapalném stavu a po předchozím ochlazení je schopno přijmout teplo. Jelikož má chladivo při nižším tlaku nízkou teplotu varu, dochází při přijímání tepla k jeho vypařování. Při samotné přeměně chladivo spotřebovává teplo a okolní prostředí, ze kterého bylo čerpáno, se ochladí.

2. Komprese

Do kompresoru vstupuje chladírenský plyn, jenž je nositelem přenášející teplo. V této fázi je nutno plynu dodat práci ve formě stlačení, čím dojde ke zvýšení jeho tlaku a zároveň i teploty. Energie pro vykonání práce je kompresoru dodávána motorem, nejčastěji elektrickým.

3. Kondenzace

Kondenzátor je dalším tepelným výměníkem, do kterého přichází chladivový plyn o vysokém tlaku a teplotně nosná látka sekundárního okruhu. Dojde k tepelné výměně, přičemž se teplo

předá z chladiva teplotonosné látce sekundárního okruhu a při stále vysokém tlaku, chladivo kondenzuje.

4. Expanze

V expanzním ventilu, dojde ke snížení tlaku zkapalněného chladiva. Následkem je jeho prudké ochlazení a celý cyklus se opakuje znova. [1],[4],[2], [5]

3.1.1.2 Druhy kompresorů

Kompresorové tepelné čerpadla se stala velmi rozšířena až s nástupem spirálových kompresoru typu SCROLL. Dříve jejich používání nebylo tak dominantní, neboť tehdejší kompresory pracovaly s nižší účinností a životností.

Spirálové kompresory typu SCROLL

Dnes už se jedná o nejpoužívanější druh kompresoru, který postupně nahradil dříve se používající pístové kompresory. Jsou sice dražší, ale mají vyšší životnost a efektivitu, což celkově zvyšuje topný faktor. Samotný kompresor má dvě základní části - dvě spirály. Jedná z nich je pevná a druhá pohyblivá excentricky po dráze spirály pevné. Oběžný pohyb vytváří vzduchové kapsy, které jsou neustále stlačovány směrem do středu spirály. Postupně dochází k nárůstu tlaku a teploty plynu. Odvod plynu z kompresoru je zajištěn výstupní otvorem ve středu kompresoru. [2],[10]

Pístové kompresory

Lze se s nimi setkat u starších tepelných čerpadel, do novějších se používají už jen velmi zřídka. Hlavním důvodem je jejich vyšší hlučnost, menší efektivita a životnost.[2]

Šroubové kompresory

Používají se pouze ve speciálních případech pro potřebu velkých výkonů. Jejich cena je vysoká. [2]

Rotační kompresory

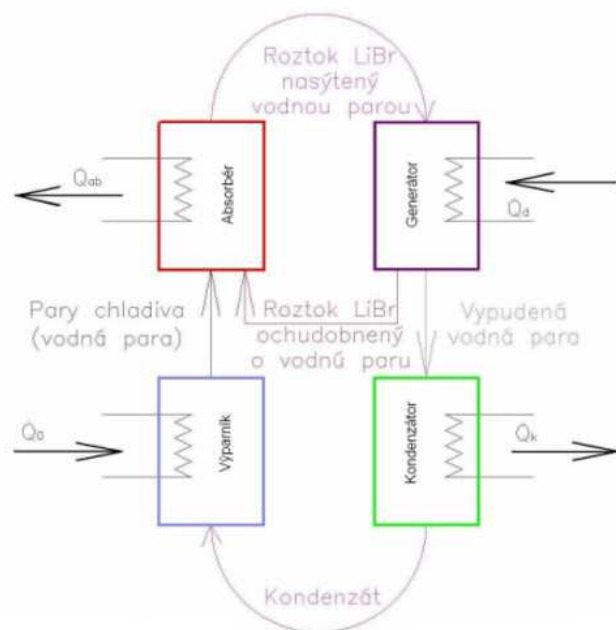
Ty se naopak hodí pro menší výkony, spíše pro klimatizační jednotky. U tepelných čerpadel se s nimi setkáme jen málokdy, protože nedosahují příliš vysokých topných faktorů. [2]

3.1.2 Tepelná čerpadla absorpční

Absorpce je fyzikální děj, při kterém se chladivo v plynném skupenství rozpouští v kapalině. V oběhu toho tepelného čerpadla tak kolují dvě látky: chladivo a absorbent. Nejčastěji se používá:

- čpavek – chladivo voda – absorbent
- voda – chladivo bromid lithný absorbent
- amoniak – chladivo voda absorbent

U těchto tepelných čerpadel je nahrazena fáze komprese tepelným pochodem. Princip fungování je znázorněn na obrázku č. 3.2.



Obrázek 3.2 Schéma absorpčního oběhu [11]

Do výparníku vstupuje chladivo v kapalně fázi a přejímá teplo od vnějšího prostředí – Q_o (vzduch, země...). Stejně jako u kompresorového typu zde dojde k vypařování chladiva. Plynné chladivo pak dále postupuje do absorbéru. V něm se chladivo střetne s absorbentem a absorbuje se do něj. Během toho děje dojde k uvolnění určitého množství tepla – Q_{ab} . To se z absorbéru odvádí. Po absorpci vznikne roztok nasycený o páry chladiva, který se pomocí oběhové čerpadla dopravuje do desorbéru (generátoru). Ten má opačnou funkci než absorbér a sice uvolňuje pohlcené látky při vysoké teplotě a tlaku. K tomu je nutné dodat tepelnou energii - Q_d , která směs ohřeje a páry chladiva se vypudí. Tepelnou energii může dodávat třeba plynový kotel nebo taky solární kolektor. Roztok ochuzený o páry chladiva se vrací vlastní samostatnou větví přes škrtící ventil do absorbéru a páry chladiva dále pokračují do kondenzátoru. Další postup je stejný jako u kompresorového oběhu. [11],[2],[4]

V porovnání s kompresorovými tepelnými čerpadly jsou méně hlučné, zpravidla mají nižší investiční náklady na stavební řešení a bezpečnostní vybavení kotelny. Běžně se vyrábějí až od výkonu 30 kW a pro rodinné domy se tedy nepoužívají. Dosahují také nižších topných faktorů (maximálně okolo 1,6) ale při přepočtu ceny energií elektřiny a plynu mohou být ekonomicky výhodné.[4]

3.1.3 Tepelné čerpadla hybridní

Jak je z názvu patrné tento typ tepelných čerpadel kombinuje využívání kompresorového a sorpčního oběhu. Proto jsou také technicky a konstrukčně náročnější. Pro vytápění se dříve běžně neuplatňovaly, avšak v nedávné době se začaly objevovat na trhu. Jejich cena i spojené investiční náklady jsou vyšší, avšak provoz je ekonomicky výhodný. [2]

3.1.4 Tepelné čerpadla poháněné Stirlingovým motorem

Stirlingův cyklus pojmenovaný po jeho vynálezci reverendu Dr. Robertu Stirlingovi vznikl už v roce 1819 ještě před objevením Carnotova cyklu. Stirlingův motor je tepelný stroj s uzavřeným oběhem pracující s cyklickým stlačováním a expanzí stálého množství pracovního plynu. Smyslem toho cyklu je přeměna tepelné energie na mechanickou práci. V jednom válci se plyn zahřívá a expanduje. V druhém naopak stlačován při nízkých teplotách a pomocí dvou spojených pístů dochází k přeměně tepelné energie na mechanickou práci. Bude-li práce dodávána, pak toto zařízení bude pracovat jako tepelné čerpadlo.

Ačkoliv je Stirlingův motor značně starým vynálezem, tepelné čerpadlo využívající jeho princip není ve fázi komerčně dostupných produktů. Zatím se jedná spíše o prototypy. [2], [12]

3.2 Rozdělení podle zdroje nízkopotencionálního tepla a teplosnosné látky odběru

Základní dělení kompresorových tepelných čerpadel je podle prostředí primárního okruhu (uvedeno před pomlčkou), což je okruh ochlazovaný a prostředí sekundárního okruhu (uvedeno za pomlčkou), což je okruh ohříváný. Dle toho kritéria lze dělit tepelná čerpadla na:

- země – voda
- země – vzduch
- vzduch – voda
- vzduch – vzduch
- voda – voda
- ventilační čerpadla

3.2.1 Tepelná čerpadla typu země – voda

Už z názvu vyplývá, že je teplo pomocí primárního okruhu odebíráno ze země a prostřednictvím sekundárního okruhu předáno do vody. Podle typu primárního okruhu, který je tvořen potrubním registrem se dále člení na:

- Trubní registr plošný - horizontální
- Trubní registr hlubinný - vertikální

Volba primárního okruhu u tepelného čerpadla typu země – voda je závislá na mnoha faktorech. Mezi nejvýznamnější patří: situace v místě stavby (rozloha a zastavěnost, pozemku, možnosti provedení zemních prací v místě objektu, prostor pro příjezd a manipulaci vrtné soupravy a další), energetická potřeba budovy, hydrogeologické a geologické podmínky podloží (výskyt podzemních vod, tepelná vodivost hornin, geologický profil podloží v závislosti na tepelném toku a jiné).

Teplo se považuje za zdroj regenerační s vysokým potenciálem využití a stejnoměrnou úrovní teploty. V Zemském jádře neustále dochází k nukleárnímu rozpadu prvků, což vede k tomu, že je Zemské nitro žhavé a produkuje tepelnou energii. Část této energie projde až k Zemskému povrchu. Lze ji vyjádřit jako množství tepla procházejícího k Zemskému povrchu

plochou 1 m^2 . Zemská průměrná hodnota zmiňovaného tepelného toku činí přibližně $60 \pm 10 \text{ mWm}^{-2}$. V České republice se však najdou oblasti (např. Ostravsko), kde tato hodnota nabývá hodnot až 90 mWm^{-2} . Podloží může také fungovat jako tepelný akumulátor pro vytápění nebo chlazení. To se hodí především pro uschování většího množství tepla případně chladu na delší časový úsek. [2],[4]

3.2.1.1 Typ země voda s plošným trubním registrem

Tepelný výměník – plošný kolektor tvoří nejčastěji polyetylenové potrubí se směsí nemrznoucí směsí a vody, které je vedeno pod terénem u objektu. Tepelné čerpadlo je pak umístěno v objektu. Kolektor většinu energie (okolo 98%) odebírá ze zeminy nad sebou. V ní je naakumulovaná sluneční energie, která se s ročním cyklem nabíjí a vybíjí. Proto lze říct, že se vlastně jedná o velký solární kolektor s akumulátorem tepla v podobě zeminy. Teplota zeminy se v této vrstvě během roku mění, což ovlivňuje i topný faktor tepelného čerpadla, ovšem v menší míře než u čerpadel vzduchových. Topný faktor bývá zpravidla nejmenší na konci topné sezony, neboť zemina už může být vychlazená. Kolektor ale během topné sezony vyčerpá pouze zlomek naakumulované energie, která se během léta zase doplní.

Tepelné čerpadla s plošným kolektorem jsou rozšířenou variantou nejvýhodnější pro novostavby rodinných domů s dostatečně velkým pozemkem. Probíhá-li budování kolektoru zároveň s výstavbou objektu, investiční náklady se dají srovnat s tepelnými čerpadly vzduchovými. Jejich provoz navíc nepotřebuje ve větší míře údržbu, je méně hlučný a tepelného výkonu lze dosáhnout za přibližně třetinovou spotřebu elektrické energie oproti vzduchovým čerpadlům. U tohoto zařízení se také předpokládá dlouhá životnost. Pro použití je nutno mít k dispozici dostatečně velký nezastavěný prostor (zpravidla okolo 200 až 400 m^2) s vhodnou zeminou. Uložení plošného kolektoru, pak může významně ovlivňovat dispozici zahrady. Nad kolektory se nesmí stavět stavby, které by potřebovaly základy, ani pěstovat stromy s hlubokými kořeny. V blízkosti kolektorů není také vhodné umísťovat bazény, skleníky ani nic podobného, protože hrozí promrzávání půdy.

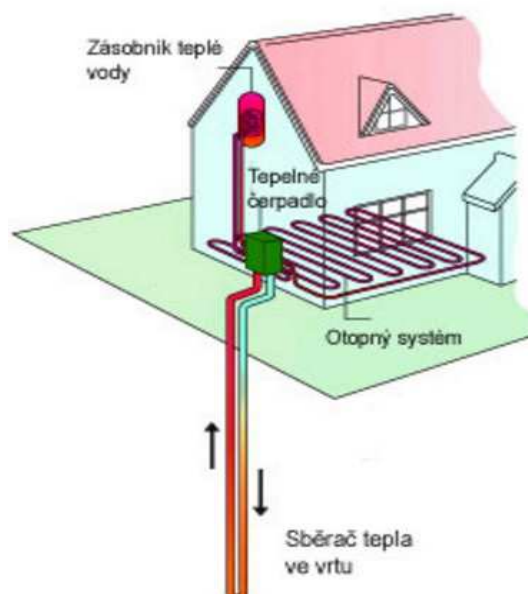
Potrubí kolektoru se ukládá do stavební jámy nebo rýh hlubokých 1200 až 2000 mm se vzájemnou osovou vzdáleností alespoň 1200 mm . Zároveň musí být odsazeno od základových konstrukcí objektu nejméně o 2 m z důvodu promrzání půdy. Samotné potrubí je nejčastěji z PE 100 svařované elektrospojkami, vedené nepřerušovaně ve spádu vždy minimálně $0,05 \%$. Musí být uloženo na pískové lože, opatřeno signalizačním vodičem i výstražnou fólií a před zásypem zeminou naplněno pracovní látkou. Rozdělovače a sběrače všech větví by měly být přístupné. Jelikož se při provozu mění objem teplotonosné látky, musí se okruh vybavit expanzní nádobou a pojistným ventilem. Každá větev potrubí musí být odzdušnitelná. [2],[13],[4]



Obrázek 3.3 Pokládání plošného kolektoru v Novém Jičíně společnosti Multibeton [14]

3.2.1.2 Typ země – voda s hlubinným trubicím registrem

Zařízení čerpá teplo z jednoho nebo častěji ze soustavy vrtu pod povrchem země. Do vrtu hlubokého zpravidla od 50 až do 150 m je zapuštěná plastová kolektorová hadice naplněná nemrznoucí směsí. Pomocí tohoto média je teplo přenášeno z podloží k tepelnému čerpadlu. Tepelné čerpadlo s vertikálním kolektorem je výhodné především z hlediska významně nižší spotřeby elektrické energie oproti čerpadlům vzduchovým. Na rozdíl od ostatních typů také dosahuje i při výrazně nízkých venkovních teplotách stabilních výkonu a udržuje vysoký topný faktor (zpravidla hodnota topného faktoru okolo 4-6). Teplo se totiž čerpá během celého roku o poměrně vysoké a stálé teplotě zeminy okolo 10 °C. Navíc své okolí tolik nezatěžuje hlukem a má delší životnost. Na druhou stranu je už i samotný vrt investičně velmi nákladný. Pozemek také musí být dostupný z pohledu dojezdu vrtné techniky a nesmí být proti vrtání legislativně chráněný. Tento systém klade velké nároky na správné navržení a přesné vyhotovení tak, aby nedošlo k narušení hydrogeologických poměrů v okolí. Z tohoto důvodu se na vrt pro tepelné čerpadlo nahlíží jako na vodní dílo. Musí být tedy povoleno příslušným stavebním a vodohospodářským úřadem.



Obrázek 3.4 Princip tepelného čerpadla země-voda s hlubinným kolektorem [15]

Vrt má kruhový profil o průměru zpravidla od 130 do 220 mm. Nemrznoucí směs, která proudí v LDPE polyetylenové hadici, je většinou tvořena vodním roztokem monopropylenglykolu popřípadě monoethylenglykolu. Po instalaci kolektorových hadic (obvykle dvě nebo čtyři v jednom vrtu) je nutno vrt utěsnit. K tomu nestačí použít původní vytěženou zeminu ale je nutno těsnit cementovou zálivkou, cemento-bentoninovou nebo jílocementovou směsí. Umísťují se v zemině v blízkosti vytápěného objektu ve vzdálenosti minimálně 5 m od základu budovy. Lépe se z hlediska provádění a pažení zhotovují v místech s tvrdým podložím. Je-li teplo odebíráno z více vrtů, je nutné zajistit jejich vzájemné odstupy, aby se negativně neovlivňovaly. Rozestupy mezi sebou by měly být alespoň 10 % hloubky vrtů, minimálně však 10 až 7 m. Samotná hloubka je závislá především na geologických podmínkách v podloží. V prvních pěti až deseti metrech pod povrchem může být teplota zeminy ovlivněna venkovními klimatickými podmínkami. Proto je lepší prvních deset metrů vrtů nezapočítávat. Obecně lze předpokládat, že energeticky výhodnější bude jeden hlubší vrt nežli dva kratší. Případně je-li více vrtů, je vhodné potřebnou hloubku rozdělit na části a každou prodloužit o výše zmiňovanou hodnotu cca 10 m. Nedodržení této zásady může vést k nadzvedávání zeminy v blízkosti vrtů vlivem promrzávání horní části podloží. Není-li hloubka správně navržena, tepelný tok v místě vrtů nemusí pokrýt odčerpaný tepelný tok. V takovém případě nejdříve dochází po určitou dobu k čerpání skupenského tepla z hornin. Po úplném vyčerpání nastane zamrznutí horniny v blízkosti vrtů. [15], [2], [4]

3.2.2 Tepelné čerpadla typu země-vzduch

Teoretickou alternativou k typu země-voda je typ, který předává teplo přímo vzduchu. Tento systém ale běžně nevyrábí a to i přesto, že je příslibem poměrně efektivního provozu.

3.2.3 Tepelná čerpadla vzduch – voda

Vzduch má obrovskou výhodu oproti jiným nízkopotencionálním zdrojům tepla v tom, že je k dispozici všude a lze jej získávat za nízké náklady. Tepelné čerpadla toho typu mají už dnes vynikající provozní parametry a v dosahování topných faktorů začínají pomalu dohánět zařízení

odebírající teplo ze země. To platí především pro tepelné čerpadla umístěné v oblastech, kde nejsou tak intenzivní zimy s méně mrazovými dny. Množství energie ve vzduchu závisí na jeho vlhkosti a není přímo úměrné jeho teplotě, ale klesá rychleji. Proto při nižších teplotách dosahují nejmenších výkonů. Pro vytápění se používají zpravidla s dalším bivalentním zdrojem tepla. Často se také používají pro ohřívání vody ve venkovních bazénech.

Jejich nespornou výhodou je jednoduchá instalace bez potřeby velké plochy pozemku a s tím související nižší investiční náklady. Naopak nevýhoda spočívá ve větší spotřebě elektrické energie při provozu, kratší životnosti kompresorů, zamrzávání výparníků a hlučnost.

Výparník odebírá teplo venkovnímu vzduchu a podle jeho umístění můžeme tepelné čerpadla vzduch – voda rozdělit na:

- S výparníkem vně budovy a kondenzátorem uvnitř budovy
- S výparníkem i kondenzátorem uvnitř budovy
- S výparníkem i kondenzátorem v ně objektu, [4]

3.2.3.1 Tepelné čerpadlo typu vzduch-voda s venkovní jednotkou a vnitřní jednotkou

U nás je to dnes nejpoužívanější typ tepelných čerpadel odebírající teplo venkovnímu vzduchu. Tento systém je často nazýván jako split nebo duální provedení. Ve venkovní jednotce je zabudovaný pomaloběžný ventilátor nasávající okolní vzduch průtokem v řádech tisíců m³/h k výparníku. Tam dojde k předání tepla chladivu a nasávaný vzduch je ochlazen. Vlivem toho děje dochází ke kondenzaci vzdušných par, které mohou při nízkých teplotách přimrzat k výparníku. Je-li výparník pokryt vrstvou ledu, významně se snižuje jeho účinnost. To se řeší odmražením pomocí obrácení chodu tepelného čerpadla. K tomu je potřebný taktovací zásobník, který umožňuje rychlé a efektivní oddávání výparníku díky naakumulované tepelné energii. Kromě výparníku a ventilátoru je ve venkovní jednotce ještě kompresor. Ve vnitřní jednotce je zpravidla umístěn kondenzátor a expanzní ventil.

Tepelné čerpadlo musí být umístěné tak, aby bylo přístupné pokud možno ze všech stran, minimálně však ze stran nasávání a výfuku vzduchu. Jelikož vyfukuje ochlazený vzduch (většinou minimálně o 5 °C), jeho pozice by měla být na závětrné straně v dostatečném odstupu od stěn, chodníků a podobně. Z hlediska šíření hluku je nevhodné umísťovat toto zařízení do výklenku objektu, do vnitřních rohů nebo mezi dvě stěny. Pro správnou funkci je bezpodmínečně nutný pevný a vodorovný podklad. Nejčastěji se používá litá betonová deska nebo chodníkové dlaždice na protimrazové vrstvě. Existuje i možnost jednotku umístit na plochou střechu. V tomto případě musí být zajištěné dostatečné ukotvení tepelného čerpadla.



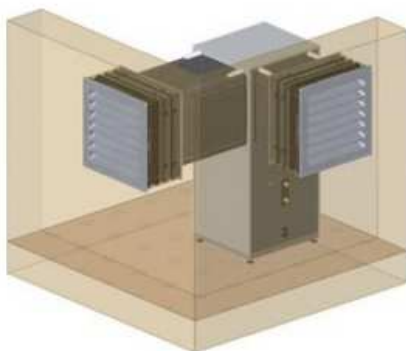
Obrázek 3.5 Venkovní jednotka tepelného čerpadla vzduch-voda [16]

3.2.3.2 Tepelné čerpadlo typu vzduch-voda pouze s vnitřní jednotkou

Používá se především v případech, kdy není možné tepelné čerpadlo instalovat ve venkovním prostředí. Nabízí velmi zajímavou variantu pro bytové domy, pro které je používání tepelných čerpadel problematické. Typické pro tyto stavby je to, že mají k dispozici pouze malý vlastní prostor. Při stále se zvyšujících cenách energie, může tepelné čerpadlo bytovým domům ušetřit oproti dodávce z CZT nemalé částky. Instalace uvnitř objektu přináší výhody:

- Nižší hlučnost při správném provedení instalace čerpadla a vzduchovodů
- Vyšší spolehlivost související s tím, že čerpadlo není vystaveno venkovním klimatickým vlivům
- Nenarušuje ráz venkovního prostředí
- Jednodušší instalace – odpadá nutnost vést potrubí topné vody a elektroinstalací venkovním prostředím
- Odpadá zamrzávání výparníku
- Příjemnější servis ve vnitřním prostředí

Tyto jednotky se instalují v suchých a nezamrzajících místnostech. Důležité je v těchto prostorech zajistit potřebnou výměnu vzduchu větráním, tak aby se zde nevyskytovala příliš vysoká vlhkost. Aby mohlo dojít k odejímání tepla z venkovního vzduchu, musí se vzduch k tepelnému čerpadlu dopravit vzduchovody. Jedná se o velké množství vzduchu řádově několika tisíců m³/h. Stejně tak se musí odvést i ochlazený vzduch. Vzduchovod má při provozu nízké povrchové teploty a při velké vlhkosti by došlo ke kondenzaci vodních par a k tvorbě plísní. Je-li technická místnost v suterénu, lze dopravu vzduchu k čerpadlu zajistit přes anglické dvorky opatřené vpustí na dešťovou vodu. Vzduchovody se vedou pokud možno co nejkratší cestou, tak aby nevznikaly zbytečné tlakové ztráty. Nejlepší je umístit každý vzduchovod na jinou fasádu. Tím se zamezí mísení čerstvého a ochlazeného vzduchu. Prostupy stěnami mají být těsné proti vnikání venkovních srážek nebo cizích předmětů. Otvory se nesmí umísťovat přímo pod okna.



Obrázek 3.6 Přívádění vzduchu k tepelnému čerpadlu ve vnitřním provedení [3]

Tepelné čerpadlo musí být postavené na pevném a vodorovném podkladu akusticky izolováno od ostatních stavebních konstrukcí. Podklad tepelného čerpadla by měl být od podlahy oddělen dilatační spárou navazující na izolaci podlahy. Úplně nevhodné je instalovat vnitřní jednotku na kotlový antivibrační podstavec. Připojení potrubí k tepelnému čerpadlu se provádí zásadně přes pružné hadice. Kondenzát, vznikající při provozu, se odvádí přes zápachovou uzávěru do kanalizace.



Obrázek 3.7 Příklad tepelného čerpadla typu vzduch – voda ve vnitřním provedení [3]

3.2.3.3 Tepelné čerpadlo typu vzduch-voda pouze s venkovní jednotkou

Toto řešení se u nás není tolik běžné, začalo se totiž objevovat až v posledních letech. Tepelné čerpadlo a tedy i celý uzavřený okruh (kondenzátor, expanzí ventil, výparník a kompresor) je umístěn mimo budovu. Do objektu se pak vede pouze sekundární okruh s topnou látkou. Své uplatnění najde tam, kde je nedostatek místa v domě pro umístění vnitřní jednotky. Nevýhodou ovšem je, že je celý okruh vystavený venkovním klimatickým účinkům. Proto bývá náchylnější k poruchám a také se zde vyskytuje nebezpečí krádeže či vandalismu. [2]

Pro umístění tepelného čerpadla v zásadě platí stejné podmínky, jako pro tepelné čerpadlo s vnitřní a venkovní jednotkou. Potrubí s topnou vodou ale prochází exteriérem, proto se vede do budovy izolováno v zemi (v nezamrzne hloubce). Prostup rozvodů do objektu musí být skrz těsnou průchodku. Napojení potrubí na tepelné čerpadlo bývá nejčastěji pomocí pružných hadic. Elektrické rozvody jsou k venkovnímu tepelnému čerpadlu vedeny v zemi uloženy do

chráničky. Při provozu venkovní jednotky vzniká kondenzát. Lze ho odvést potrubím přes zápchovou uzávěru do kanalizace. Odvod kondenzátu se dá také vyřešit pomocí drenážních systému.



Obrázek 3.8 Příklad tepelných čerpadel vzduch-voda pouze s venkovní jednotkou [16]

3.2.4 Tepelné čerpadla typu vzduch-vzduch

Stejně jako tepelné čerpadlo typu vzduch – voda odebírá tento typ teplo okolnímu venkovnímu vzduchu. Za kondenzátorem už ale nenásleduje sekundární okruh k otopným plochám. Kondenzátor přímo ohřívá vzduch v místnosti. Pořizovací cena takových systému je nižší, instalace je jednoduchá a při provozu se dosahuje vysokých faktorů. Z principu vyplývá, že takové tepelné čerpadlo není schopné ohřát teplou vodu. Kromě toho se nehodí ani do objektu, které jsou členěny více místnosti, protože počet vnitřních jednotek je omezeny. Další podstatnou nevýhodou je hlučnost a to přímo v užívaném prostoru. [17]

3.2.5 Tepelná čerpadla typu voda-voda

Nízkopencionálním zdrojem tepla pro tepelné čerpadla může být i voda povrchová nebo podzemní. Oproti jiným druhům mají určitá specifika. Nutný je například chemický rozbor spodní vody, protože ta nesmí být příliš mineralizovaná, aby nezanášela výměník.

3.2.5.1 Povrchová voda

Praktické použití povrchové vody pro účely tepelných čerpadel se vyskytuje jen velmi zřídka. Vložení kolektoru do stojatých nádrží či jezer by bylo z hlediska zamrznání nevhodné. Teoreticky by bylo vhodnější využití trvale tekoucích vod. Tepelný výměník by se mohl například umístit do upravovaného vodního toku sloužící jako náhon vodních elektráren. U břehu takových toků se jen zcela výjimečně vyskytují nějaké objekty. Proto je tato varianta spíše teorií. [2]

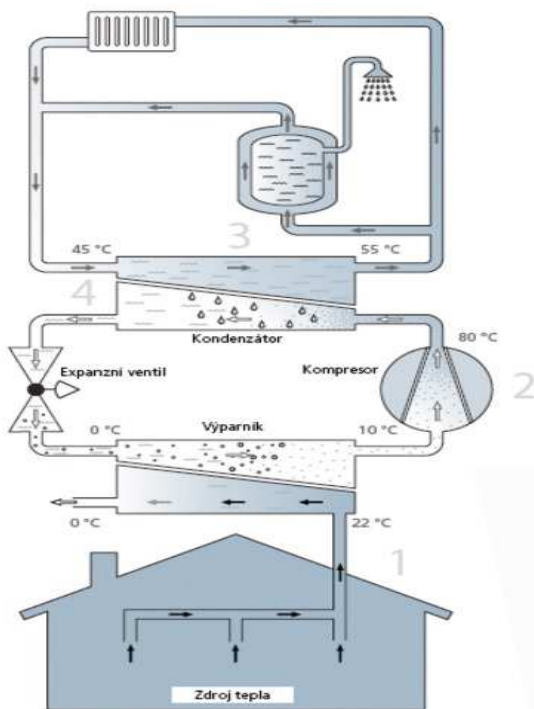
3.2.5.2 Podzemní voda

Tepelné čerpadlo využívající teplo z podzemní vody dosahuje nejvyššího průměrného topného faktoru za rok. Může za to poměrně vysoká teplota spodní vody, které se pohybuje okolo 10 °C (v oblastech s termální vodou až 20 °C). Zařízení pracuje se zdrojovou studnou, kde dochází k odejímání tepla a se studnou vsakovací, kde se ochlazená voda vrací. Předpokladem správného fungování je dostatečné množství zdrojové vody a trvale dobré vsakovací vlastnosti

podloží. Právě nedostatek zdrojové spodní vody je hlavní příčinou toho, že tyto tepelné čerpadla nepoužívají více. Další překážku tvoří ochranné pásma, ve kterých je voda zakázaná čerpat. [2]

3.2.6 Ventilační tepelná čerpadla

Fungují ve spolupráci se systémem nuceného větrání, který odsává odpadní vzduch z místnosti. Vzduch je odsáván většinou z místnosti z vyšší vlhkosti (koupelny, kuchyně a jiné) a jeho energie se využívá na vytápění, ohřev teplé vody a ohřevu nasávaného čerstvého vzduchu. Nesmějí se však nasávat kuchyňské výpary. Princip přeměny tepla je stejný jako u všech kompresorových tepelných čerpadel a je znázorněn na obrázku č. 3.7. [18]



Obrázek 3.9 Princip ventilačního tepelné čerpadla [18]

4 ZÁVĚR TEORETICKÉ ČÁSTI

Celá teoretická část se týká tepelných čerpadel. Při zpracování jsem na danou problematiku nahlížel z širšího hlediska s cílem zjednodušeně rozebrat všechny běžně se používající druhy v rámci stanoveného rozsahu této práce. Teoretickou část své bakalářské jsem rozdělil na tři části.

V úvodu jsem popsal základní důvody, proč se tepelné čerpadla vlastně používají a co stojí za jejich rozmachem v posledních letech. Objektivně jsem se snažil hodnotit jejich obecné výhody a nevýhody. Dále jsem pak v této části stručně zmínil jejich historii, vývoj a zjednodušeně uvedl základní princip fungování.

V další části jsem se zaměřil na problematiku navrhování tepelných čerpadel a jejich důležité parametry. Kromě toho jsem zde taky uvedl možnosti způsobu provozu, pomocné zdroje tepla a regulaci.

Cílem poslední kapitoly bylo rozdělit tepelné čerpadla podle různých kritérií. Popisují zde základní rozdíly jednotlivých typů, výhody a nevýhody, možnosti použití a další specifika. Důrazněji byly rozebrány tepelné čerpadla typu vzduch – voda, jelikož právě tento typ byl zvolený jako zdroj tepla v praktické části.

B. Praktická část

5 ANALÝZA OBJEKTU

Mateřská škola se nachází v obci Holasice v okrese Brno-venkov. Jedná se o oblast s výpočtovou zimní venkovní teplotou $\theta_e = -12$ [°C]. Ze situace stavby vyplývá, že bude ležet v hustě zastavěné části obce, v řadové zástavbě. Navrhovaný objekt má dvě nadzemní podlaží, je nepodsklepený a má nepravidelný tvar. Druhé nadzemní podlaží se nachází pouze nad částí prvního v severovýchodní části objektu. Celková užitná plocha interiéru činí 624,21 m². V prvním podlaží je navržena technická část s technickou místností, sklady a sociálním zázemím. V druhé části se nacházejí šatny pro děti, herna, výdejna jídla a také sociální zázemí. V druhém nadzemním podlaží, které je jen nad technickou částí prvního podlaží, je navrženo zázemí pro pracovníky provozu s ředitelnou, kabinetem archivem a technickým a sociálním zázemím. Předpokládá se, že se během provozu bude v budově vyskytovat 67 osob: 57 dětí rozdělené do dvou tříd, 4 učitelky, 1 ředitelka, 2 uklízečky, 2 pracovnice pro přípravu jídla a 1 školník.

Z tepelně technického hlediska bude škola vyzděná tvárnicemi Ytong tl. 300 mm. Objekt bude zateplen minerálními izolačními deskami MULTIPOR určenými pro fasády v tl. 200 mm, soki bude zateplen polystyrénem extrudovaným (XPS) tl. 150 mm. Střecha je navržena jako částečně šikmá S01: s dřevěnými I nosníky, zateplení foukanou dřevní celulózou tl. 300 mm. Dále jako částečně plochá S02: nosnou část tvoří strop nad 1.NP, zateplení tepelně izolačními deskami Isover UNIROL-PLUS 1 x tl. 140 mm a 1 x tl. 120 mm a tepelně izolačními spádovými klíny Isover SD. A jako částečně pilová S03: kde je nosná část tvořena dřevěnými krokviemi kladenými po vlašsku, zateplení z expandovaného polystyrenu Isover TRAM EPS. Podlaha na zemině je tepelně izolována izolací Isover EPS Perimetr 2 x tl. 120 mm. Skladby konstrukcí byly navrženy dle hodnot požadovaných ČSN 730540-2 Teplená ochrana budov se snahou vyhovět hodnotám pro pasivní domy.

Výměna vzduchu v celém objektu bude zajištěna nuceným větráním se zpětným získáváním tepla. Účinnost výměníku pro zpětné získávání tepla je 55 [%]. Z hlediska nuceného větrání je objekt členěný do čtyř zón:

- Zóna 1: Technické zázemí objektu
- Zóna 2: Herna 1 a její zázemí
- Zóna 3: Herna 2 a její zázemí
- Zóna 4: Druhé nadzemní podlaží

Celý objekt bude vytápěn pomocí tepelného čerpadla vzduch – voda. Provoz tepelného čerpadla bude paralelně bivalentní s využitím dalšího elektrického zdroje v období nízkých venkovních teplot. Příprava teplé vody je navržena zásobníkovým způsobem a bude zajištěna tepelným čerpadlem s dohřevem v elektrickém ohříváči. V době vysokého tarifu ceny elektrické energie se tepelné čerpadlo vypne. Pro tuto dobu se bude tepelná energie akumulovat v akumulární nádrži.

6 VÝPOČET A POSOUZENÍ SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA

6.1 Obecný postup výpočtu

Návrh všech skladeb konstrukcí a výplní otvorů vycházel ze záměru, aby objekt splňoval tepelně technické vlastnosti na úrovni pasivních domů. Právě tyto vlastnosti, vyjádřeny tepelným odporem R [m^2KW^{-1}] a součinitelem prostupu tepla U [$\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$] ovlivňují velikost tepelné ztráty objektu. Jednotlivé dílčí výpočty tepelných odporů a součinitele prostupu tepla byly provedeny dle ČSN 73 0540 [50]. Ta přesně uvádí maximální možné hodnoty součinitele prostupu tepla U_n [$\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$] pro různé druhy konstrukcí a budov s převažující vnitřní teplotou 20 [°C]. Tyto hodnoty musí být vždy vyšší než skutečné hodnoty součinitele prostupu tepla pro všechny stavební konstrukce a výplně otvorů vytápěných budov v prostředí s relativní vlhkostí vnitřního vzduchu menší než 60 [%].[6]

6.1.1 Celkový tepelný odpor konstrukce:

Tepelný odpor dílčí vrstvy charakterizuje míru odporu daného materiálu proti pronikání tepla. Čím je tedy tepelný odpor vrstvy větší, tím je z hlediska tepelné techniky výhodnější, protože teplo vrstvou prochází pomaleji. Celkový tepelný odpor konstrukce je pak definován jako součet tepelných odporů jednotlivých vrstev.

$$R = \frac{\sum d_i}{\sum \lambda_i} \quad [\text{m}^2\text{KW}^{-1}] \quad (1.2)$$

d_i je tloušťka dílčí vrstvy [m]

λ_i je součinitel tepelné vodivosti materiálu dané vrstvy [$\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$]

6.1.2 Celkový tepelný odpor při přestupu tepla konstrukcí:

Jedná se o tepelný odpor, který brání tepelné výměně mezi dvěma prostředími s různými teplotami oddělenými stavební konstrukcí o tepelném odporu R [m^2KW^{-1}] se započítáním odporu vzduchových vrstev přilehlých těsně k povrchu konstrukce. Prostup tepla se skládá ze dvou přestupů tepla (vzduchovými vrstvami) a jednoho vedení tepla (stavební konstrukcí). Tepelný tok směřuje vždy od prostředí s vyšší teplotou do prostředí s nižší teplotou.

Pro výpočet byly použity tabulkové hodnoty z ČSN 73 0540-3 [48] pro neznáme konkrétní podmínky mezních vrstev vzduchu z tabulky 6.1.

$$R_T = \frac{1}{R} + \frac{1}{R_{si}} + \frac{1}{R_{se}} \quad [\text{m}^2\text{KW}^{-1}] \quad (1.3)$$

R_{si} je tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřním povrchu konstrukce [m^2KW^{-1}]

R_{se} je tepelný odpor při přestupu tepla na vnějším povrchu konstrukce [m^2KW^{-1}]

Hodnoty odporu při přestupu tepla [M ² KW ⁻¹]			
Směr tepelného toku:	Vodorovně	Nahoru	Dolů
Interiér R _{si}	0,13	0,10	0,17
Exteriér R _{se}	0,04	0,04	0,04

Tabulka 6.1 Hodnoty odporu při přestupu tepla [48]

6.1.3 Součinitel prostupu tepla:

Vyjadřuje kolik tepla unikne konstrukcí o ploše 1 [m²] při rozdílu teplot jejích povrchů 1 [K] [22].

$$U = \frac{1}{R_T} [\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}] \quad (1.4)$$

6.2 Svislé obvodové konstrukce

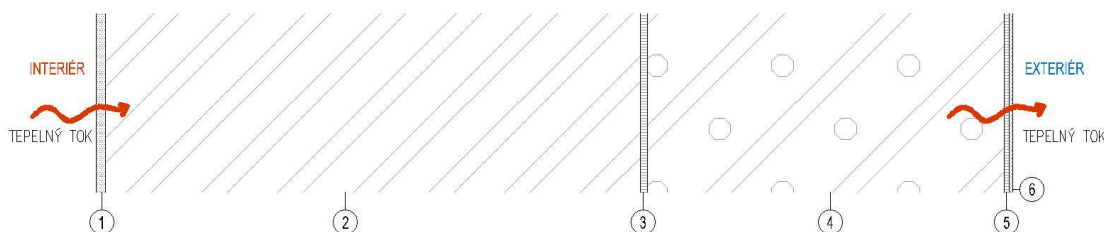
6.2.1 F01-OBVODOVÁ STĚNA

6.2.1.1 Tepelný tok:

V této konstrukci dochází k vodorovnému tepelnému toku:

R_{si}=0,13 [Wm⁻¹K⁻¹], R_{se}=0,04 [Wm⁻¹K⁻¹].

6.2.1.2 Skladba:



Obrázek 6.1 Schéma skladby konstrukce F01

6.2.1.3 Výpočet:

č. vrstvy	popis	λ [Wm ⁻¹ K ⁻¹]	d [m]	R [m ² KW ⁻¹]
1.	Omítka sádrová	0,390	0,005	0,013
2.	Zdivo Ytong P2-400	0,101	0,300	2,970
3.	Lehká malta Multipor	0,180	0,004	0,022
4.	Ytong Multipor	0,045	0,200	4,444
5.	Lehká malta Multipor	0,180	0,003	0,017
6.	Šlechtěná minerální omítka	0,570	0,002	0,004

Celkový tepelná odpor konstrukce: ΣR=7,470 [m²KW⁻¹]

Celkový tepelný odpor při přestupu tepla konstrukcí: R_T=7,47+0,13+0,04=7,640 [m²KW⁻¹]

Součinitel prostupu tepla: U=1/7,640=0,130 [Wm⁻²K⁻¹]

6.2.1.4 Posouzení:

Konstrukce	U [Wm ⁻² K ⁻¹]	U _n [Wm ⁻² K ⁻¹]	Posouzení
F01	0,130	0,30	vyhoví

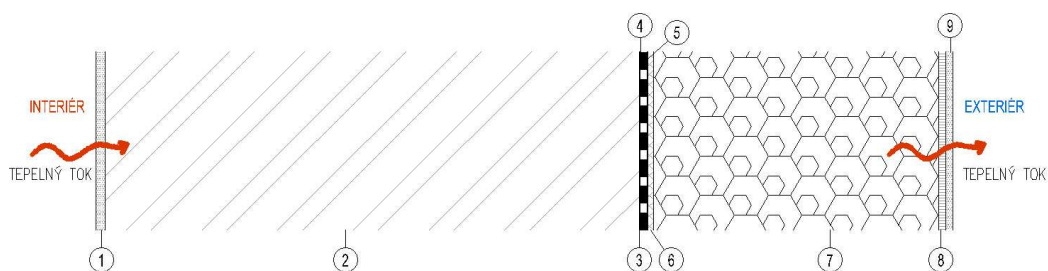
6.2.2 F02-OBVODOVÁ STĚNA (SOKL)

6.2.2.1 Tepelný tok:

V této konstrukci dochází k vodorovnému tepelnému toku:

$R_{si}=0,13$ [Wm⁻¹K⁻¹], $R_{se}=0,04$ [Wm⁻¹K⁻¹].

6.2.2.2 Skladba:



Obrázek 6.2 Schéma skladby konstrukce F02

6.2.2.3 Výpočet:

č. vrstvy	popis	λ [Wm ⁻¹ K ⁻¹]	d [m]	R [m ² KW ⁻¹]
1.	Omítka sádrová	0,390	0,005	0,013
2.	Zdivo Ytong P2-400	0,101	0,300	2,970
3.	Podkladní asfaltový penetrační nátěr		0,0001	NEUVAŽUJE SE
4.	Protiradonová hydroizolační fólie	0,200	0,004	0,020
5.	Základní penetrační nátěr		0,0001	NEUVAŽUJE SE
6.	Polyuretanové lepidlo	0,035	0,003	0,086
7.	XPS-Perimetr	0,034	0,160	4,706
8.	Armovací tmel s tkaninou	0,220	0,004	0,018
9.	Silikonová omítka Ameristone	0,700	0,004	0,001

Celkový tepelná odpor konstrukce: $\Sigma R=7,814$ [m²KW⁻¹]

Celkový tepelný odpor při přestupu tepla konstrukcí: $R_T=7,814+0,13+0,04=7,984$ [m²KW⁻¹]

Součinitel prostupu tepla: $U=1/7,984=0,127$ [Wm⁻²K⁻¹]

6.2.2.4 Posouzení:

Konstrukce	U [Wm ⁻² K ⁻¹]	U _n [Wm ⁻² K ⁻¹]	Posouzení
F02	0,127	0,30	vyhoví

Poznámka:

Skladba F02-Obvodová stěna (sokl) je proti skladbě F01-Obvodová stěna odlišná v typu a tloušťce tepelné izolace. Tepelná izolace ve skladbě F02 bude izolovat i základové konstrukce a bude tudíž v zemině, proto musí mít k tomuto faktu přizpůsobené vlastnosti. Skladba F02 je však

pouze ve spodní části obvodových stěn (300 až 500 mm na úroveň podlahy) a odlišnost součinitele prostupu tepla oproti F01 je zanedbatelná. Z toho důvodu byla pro zjednodušení dalších výpočtu skladba F02 zanedbaná, všechny stěny obvodové se tedy řeší jako F01.

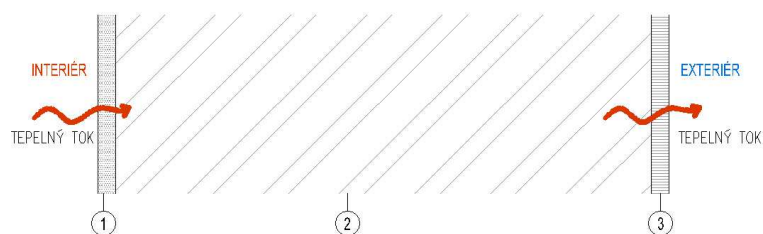
6.2.3 F03-OBVODOVÁ STĚNA MEZI NEVYTÁPĚNÝM SOUSEDNÍM OBJEKTEM

6.2.3.1 Tepelný tok:

V této konstrukci dochází k vodorovnému tepelnému toku:

$$R_{si}=0,13 \text{ [Wm}^{-1}\text{K}^{-1}\text{]}, R_{se}=0,04 \text{ [Wm}^{-1}\text{K}^{-1}\text{]}.$$

6.2.3.2 Skladba:



Obrázek 6.3 Schéma skladby konstrukce F03

6.2.3.3 Výpočet:

č. vrstvy	popis	$\lambda \text{ [Wm}^{-1}\text{K}^{-1}\text{]}$	$d \text{ [m]}$	$R \text{ [m}^2\text{KW}^{-1}\text{]}$
1.	Omítka sádrová	0,390	0,015	0,039
2.	Zdivo Ytong P2-400	0,089	0,300	3,412
3.	Omítka sádrová	0,390	0,015	0,039

Celkový tepelná odpor konstrukce: $\Sigma R=3,490 \text{ [m}^2\text{KW}^{-1}\text{]}$

Celkový tepelný odpor při přestupu tepla konstrukcí: $R_T=3,490+0,13+0,13=3,750 \text{ [m}^2\text{KW}^{-1}\text{]}$

Součinitel prostupu tepla: $U=1/3,750=0,266 \text{ [Wm}^{-2}\text{K}^{-1}\text{]}$

6.2.3.4 Posouzení:

Konstrukce	$U \text{ [Wm}^{-2}\text{K}^{-1}\text{]}$	$U_n \text{ [Wm}^{-2}\text{K}^{-1}\text{]}$	Posouzení
F03	0,266	0,60	vyhoví

6.3 Svislé vnitřní konstrukce

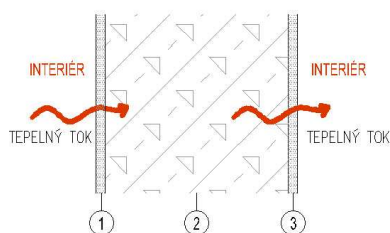
6.3.1 SN01-DĚLÍČÍ STĚNA TL. 100 mm

6.3.1.1 Tepelný tok:

V této konstrukci dochází k vodorovnému tepelnému toku:

$$R_{si}=0,13 \text{ [Wm}^{-1}\text{K}^{-1}\text{]}, R_{se}=0,13 \text{ [Wm}^{-1}\text{K}^{-1}\text{]}.$$

6.3.1.2 Skladba:



Obrázek 6.4 Schéma skladby konstrukce SN01

6.3.1.3 Výpočet:

č. vrstvy	popis	$\lambda \text{ [Wm}^{-1}\text{K}^{-1}\text{]}$	$d \text{ [m]}$	$R \text{ [m}^2\text{KW}^{-1}\text{]}$
1.	Omítka sádrová	0,390	0,005	0,013
2.	Zdivo Ytong P2-500	0,130	0,100	0,769
3.	Omítka sádrová	0,390	0,005	0,013

Celkový tepelná odpor konstrukce: $\Sigma R=0,795 \text{ [m}^2\text{KW}^{-1}\text{]}$

Celkový tepelný odpor při přestupu tepla konstrukcí: $R_T=0,795+0,13+0,13=1,055 \text{ [m}^2\text{KW}^{-1}\text{]}$

Součinitel prostupu tepla: $U=1/1,055=0,948 \text{ [Wm}^{-2}\text{K}^{-1}\text{]}$

6.3.1.4 Posouzení:

Konstrukce	$U \text{ [Wm}^{-2}\text{K}^{-1}\text{]}$	$U_n \text{ [Wm}^{-2}\text{K}^{-1}\text{]}$	Posouzení
SN01	0,948	2,70	vyhoví

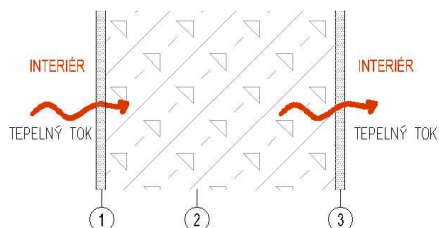
6.3.2 SN02-DĚLÍCÍ STĚNA TL. 125 MM

6.3.2.1 Tepelný tok:

V této konstrukci dochází k vodorovnému tepelnému toku:

$$R_{si}=0,13 \text{ [Wm}^{-1}\text{K}^{-1}\text{]}, R_{se}=0,13 \text{ [Wm}^{-1}\text{K}^{-1}\text{]}.$$

6.3.2.2 Skladba:



Obrázek 6.5 Schéma skladby konstrukce SN02

6.3.2.3 Výpočet:

č. vrstvy	popis	$\lambda \text{ [Wm}^{-1}\text{K}^{-1}\text{]}$	$d \text{ [m]}$	$R \text{ [m}^2\text{KW}^{-1}\text{]}$
1.	Omítka sádrová	0,390	0,005	0,013
2.	Zdivo Ytong P2-500	0,130	0,125	0,962
3.	Omítka sádrová	0,390	0,005	0,013

Celkový tepelná odpor konstrukce: $\Sigma R=0,988 \text{ [m}^2\text{KW}^{-1}\text{]}$

Celkový tepelný odpor při přestupu tepla konstrukcí: $R_T=0,988+0,13+0,13=1,248 \text{ [m}^2\text{KW}^{-1}\text{]}$

Součinitel prostupu tepla: $U=1/1,248=0,802 \text{ [Wm}^{-2}\text{K}^{-1}\text{]}$

6.3.2.4 Posouzení:

Konstrukce	$U \text{ [Wm}^{-2}\text{K}^{-1}\text{]}$	$U_n \text{ [Wm}^{-2}\text{K}^{-1}\text{]}$	Posouzení
SN02	0,802	2,70	vyhoví

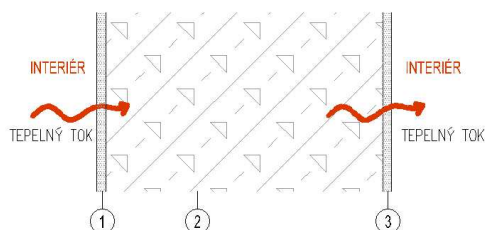
6.3.3 SN03-DĚLÍCÍ STĚNA TL. 150 mm

6.3.3.1 Tepelný tok:

V této konstrukci dochází k vodorovnému tepelnému toku:

$R_{si}=0,13 \text{ [Wm}^{-1}\text{K}^{-1}\text{]}, R_{se}=0,13 \text{ [Wm}^{-1}\text{K}^{-1}\text{]}.$

6.3.3.2 Skladba:



Obrázek 6.6 Schéma skladby konstrukce SN03

6.3.3.3 Výpočet:

č. vrstvy	popis	$\lambda \text{ [Wm}^{-1}\text{K}^{-1}\text{]}$	$d \text{ [m]}$	$R \text{ [m}^2\text{KW}^{-1}\text{]}$
1.	Omítka sádrová	0,390	0,005	0,013
2.	Zdivo Ytong P2-500	0,130	0,150	1,154
3.	Omítka sádrová	0,390	0,005	0,013

Celkový tepelná odpor konstrukce: $\Sigma R = 1,180 \text{ [m}^2\text{KW}^{-1}\text{]}$

Celkový tepelný odpor při přestupu tepla konstrukcí: $R_T = 1,180 + 0,13 + 0,13 = 1,440 \text{ [m}^2\text{KW}^{-1}\text{]}$

Součinitel prostupu tepla: $U = 1/1,440 = 0,694 \text{ [Wm}^{-2}\text{K}^{-1}\text{]}$

6.3.3.4 Posouzení:

Konstrukce	$U \text{ [Wm}^{-2}\text{K}^{-1}\text{]}$	$U_n \text{ [Wm}^{-2}\text{K}^{-1}\text{]}$	Posouzení
SN03	0,604	2,70	vyhoví

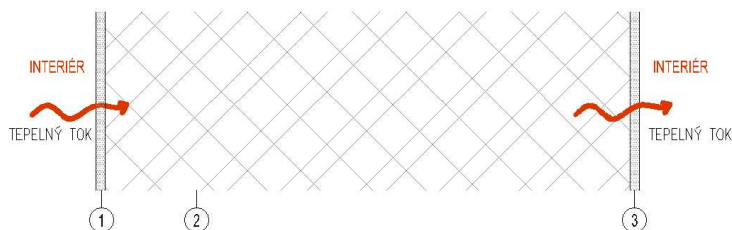
6.3.4 SN04-VNITŘNÍ NOSNÁ STĚNA

6.3.4.1 Tepelný tok:

V této konstrukci dochází k vodorovnému tepelnému toku:

$$R_{si}=0,13 \text{ [Wm}^{-1}\text{K}^{-1}\text{]}, R_{se}=0,13 \text{ [Wm}^{-1}\text{K}^{-1}\text{]}.$$

6.3.4.2 Skladba:



Obrázek 6.7 Schéma skladby konstrukce SN04

6.3.4.3 Výpočet:

č. vrstvy	popis	$\lambda \text{ [Wm}^{-1}\text{K}^{-1}\text{]}$	$d \text{ [m]}$	$R \text{ [m}^2\text{KW}^{-1}\text{]}$
1.	Omítka sádrová	0,390	0,005	0,013
2.	Zdivo Ytong P2-500	0,137	0,300	2,189
3.	Omítka sádrová	0,390	0,005	0,013

Celkový tepelná odpor konstrukce: $\Sigma R = 2,215 \text{ [m}^2\text{KW}^{-1}\text{]}$

Celkový tepelný odpor při přestupu tepla konstrukcí: $R_T = 2,215 + 0,13 + 0,13 = 2,475 \text{ [m}^2\text{KW}^{-1}\text{]}$

Součinitel prostupu tepla: $U = 1/2,475 = 0,404 \text{ [Wm}^{-2}\text{K}^{-1}\text{]}$

6.3.4.4 Posouzení:

Konstrukce	$U \text{ [Wm}^{-2}\text{K}^{-1}\text{]}$	$U_{n,PD} \text{ [Wm}^{-2}\text{K}^{-1}\text{]}$	Posouzení
SN03	0,404	2,70	vyhoví

6.4 Vodorovné a střešní konstrukce

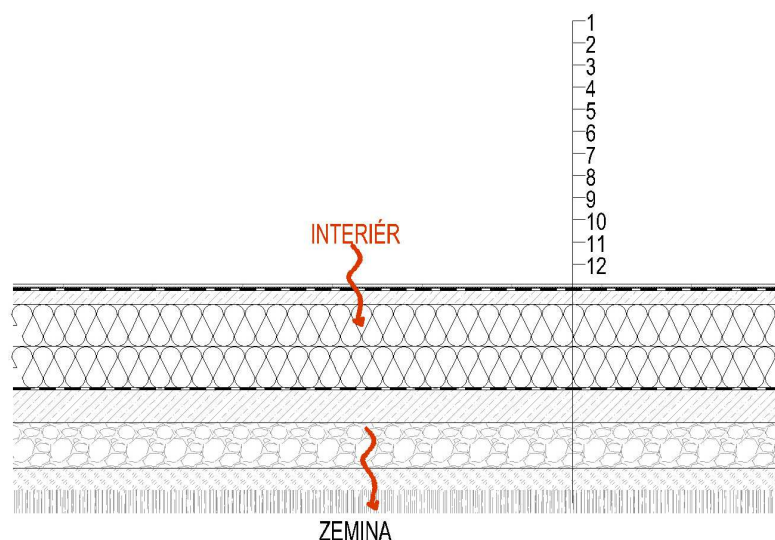
6.4.1 P01-PODLAHA NA ZEMINĚ-KERAMICKÁ DLAŽBA V MOKRÉM PROVOZU

6.4.1.1 Tepelný tok:

V této konstrukci dochází ke svislému (směrem dolů) tepelnému toku:

$$R_{si}=0,17 \text{ [Wm}^{-1}\text{K}^{-1}\text{]}, R_{se}=0,00 \text{ [Wm}^{-1}\text{K}^{-1}\text{]}.$$

6.4.1.2 Skladba:



Obrázek 6.8 Schéma skladby konstrukce P01

6.4.1.3 Výpočet:

č. vrst.	popis	d [m]	$\lambda \text{ [Wm}^{-1}\text{K}^{-1}\text{]}$	R [m ² KW ⁻¹]
1.	Keramická dlažba Rako Air	0,010	1,010	0,010
2.	Lepicí tmel Weber.for fix	0,005	0,220	0,023
3.	Hydroizolační stěrka Rako	0,002	TATO VRSTVA SE NEZAPOČÍTÁVAVÁ	
4.	Anhydritová mazanina	0,045	1,200	0,038
5.	PE fólie	0,002	TATO VRSTVA SE NEZAPOČÍTÁVAVÁ	
6.	Isover EPS Perimetr	2x0,120	0,034	7,059
7.	Geotextilie Filtek	0,002	TATO VRSTVA SE NEZAPOČÍTÁVAVÁ	
8.	Protiradonová hydroizolační folie	0,004	TATO VRSTVA SE NEZAPOČÍTÁVAVÁ	
9.	Podkladní beton	0,110	TATO VRSTVA SE NEZAPOČÍTÁVAVÁ	
10.	Hutněný štěrkopískový polštář	0,150	TATO VRSTVA SE NEZAPOČÍTÁVAVÁ	
11.	Hutněný zásyp stavebním recyklátem		TATO VRSTVA SE NEZAPOČÍTÁVAVÁ	
12.	Rostlý terén		TATO VRSTVA SE NEZAPOČÍTÁVAVÁ	

Celkový tepelná odpor konstrukce: $\Sigma R = 7,130 \text{ [m}^2\text{KW}^{-1}\text{]}$

Celkový tepelný odpor při přestupu tepla konstrukcí: $R_T = 7,130 + 0,17 + 0,00 = 7,300 \text{ [m}^2\text{KW}^{-1}\text{]}$

Součinitel prostupu tepla: $U = 1/7,300 = 0,137 \text{ [Wm}^{-2}\text{K}^{-1}\text{]}$

6.4.1.4 Posouzení:

Konstrukce	U [Wm ⁻² K ⁻¹]	U _n [Wm ⁻² K ⁻¹]	Posouzení
P01	0,137	0,45	vyhoví

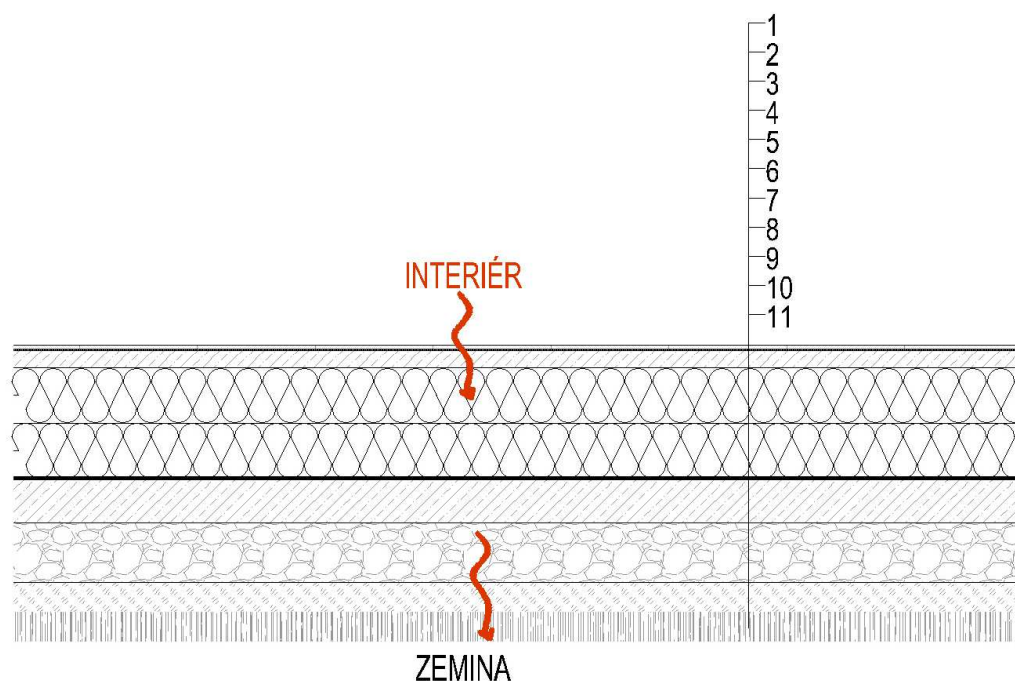
6.4.2 P02-PODLAHA NA ZEMINĚ-KERAMICKÁ DLAŽBA

6.4.2.1 Tepelný tok:

V této konstrukci dochází ke svislému (směrem dolů) tepelnému toku:

$$R_{si}=0,17 \text{ [Wm}^{-1}\text{K}^{-1}\text{]}, R_{se}=0,00 \text{ [Wm}^{-1}\text{K}^{-1}\text{]}.$$

6.4.2.2 Skladba:



Obrázek 6.9 Schéma skladby konstrukce P02

6.4.2.3 Výpočet:

č. vrs.	popis	d [m]	λ [Wm ⁻¹ K ⁻¹]	R [m ² KW ⁻¹]
1.	Keramická dlažba Rako Air	0,010	1,010	0,010
2.	Lepící tmel Weber.for fix	0,005	0,220	0,023
3.	Anhydritová mazanina	0,045	1,200	0,038
4.	PE fólie	0,0002	TATO VRSTVA SE NEZAPOČÍTÁVAVÁ	
5.	Isover EPS Perimetr	2x0,120	0,034	7,059
6.	Geotextilie Filtek	0,002	TATO VRSTVA SE NEZAPOČÍTÁVAVÁ	
7.	Protiradonová hydroizolační fólie	0,004	TATO VRSTVA SE NEZAPOČÍTÁVAVÁ	
8.	Podkladní beton	0,110	TATO VRSTVA SE NEZAPOČÍTÁVAVÁ	
9.	Hutněný štěrkopískový polštář	0,150	TATO VRSTVA SE NEZAPOČÍTÁVAVÁ	
10.	Hutněný zásyp stavebním recyklátem		TATO VRSTVA SE NEZAPOČÍTÁVAVÁ	
11.	Rostlý terén		TATO VRSTVA SE NEZAPOČÍTÁVAVÁ	

Celkový tepelná odpor konstrukce: $\Sigma R = 7,130 \text{ [m}^2\text{KW}^{-1}\text{]}$

Celkový tepelný odpor při přestupu tepla konstrukcí: $R_T = 7,130 + 0,17 + 0,00 = 7,300 \text{ [m}^2\text{KW}^{-1}\text{]}$

Součinitel prostupu tepla: $U = 1/7,300 = 0,137 \text{ [Wm}^{-2}\text{K}^{-1}\text{]}$

6.4.2.4 Posouzení:

Konstrukce	U [Wm ⁻² K ⁻¹]	U _n [Wm ⁻² K ⁻¹]	Posouzení
P02	0,137	0,45	vyhoví

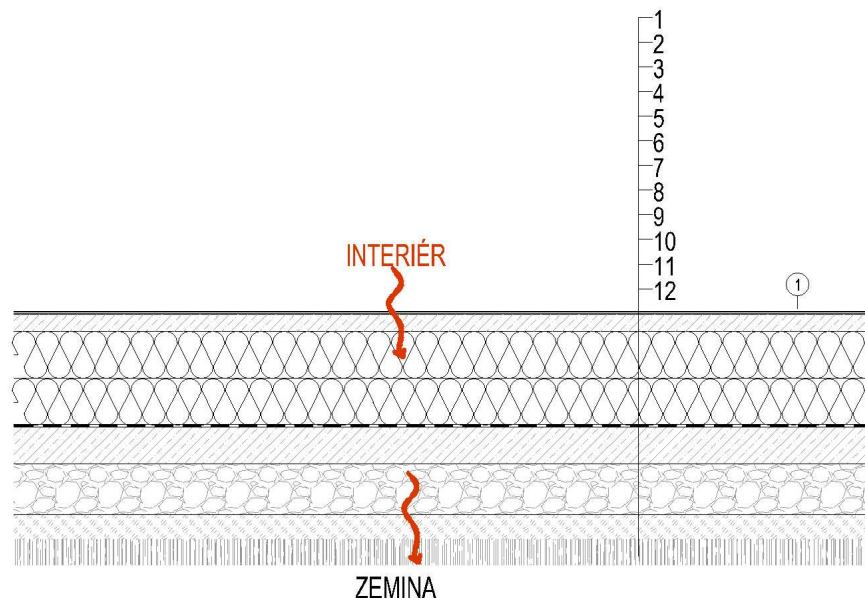
6.4.3 P03-PODLAHA NA ZEMINĚ-PŘÍRODNÍ LINOLEUM

6.4.3.1 Tepelný tok:

V této konstrukci dochází ke svislému (směrem dolů) tepelnému toku:

$R_{si}=0,17 \text{ [Wm}^{-1}\text{K}^{-1}\text{]}, R_{se}=0,00 \text{ [Wm}^{-1}\text{K}^{-1}\text{]}.$

6.4.3.2 Skladba:



Obrázek 6.10 Schéma skladby konstrukce P03

6.4.3.3 Výpočet:

č. vrst.	popis	d [m]	$\lambda \text{ [Wm}^{-1}\text{K}^{-1}\text{]}$	R [m ² KW ⁻¹]
1.	Linoleum Colorette acoustic plus	0,004	0,190	0,021
2.	Lepidlo PROFILEP 202	0,002	TATOVVRSTVASE NEZAPOČÍTÁVAVÁ	
3.	Samonivelační stěrka Cemix 30	0,002	1,200	0,002
4.	Anhydritová mazanina	0,055	1,200	0,046
5.	PE FÓLIE	0,002	TATO VRSTVA SE NEZAPOČÍTÁVAVÁ	
6.	Isover EPS Perimetr	2x0,120	0,034	7,059
7.	Geotextilie Filtek	0,002	TATO VRSTVA SE NEZAPOČÍTÁVAVÁ	
8.	Protiradonová hydroizolační folie	0,004	TATO VRSTVA SE NEZAPOČÍTÁVAVÁ	
9.	Podkladní BETON	0,150	TATO VRSTVA SE NEZAPOČÍTÁVAVÁ	
10.	Hutněný štěrkopískový polštář	0,100	TATO VRSTVA SE NEZAPOČÍTÁVAVÁ	
11.	Hutněný zásyp stavebním recyklátem		TATO VRSTVA SE NEZAPOČÍTÁVAVÁ	
12.	Rostlý terén		TATO VRSTVA SE NEZAPOČÍTÁVAVÁ	

Celkový tepelná odpor konstrukce: $\Sigma R = 7,128 \text{ [m}^2\text{KW}^{-1}\text{]}$

Celkový tepelný odpor při přestupu tepla konstrukcí: $R_T = 7,128 + 0,17 + 0,00 = 7,298 \text{ [m}^2\text{KW}^{-1}\text{]}$

Součinitel prostupu tepla: $U = 1/7,298 = 0,137 \text{ [Wm}^{-2}\text{K}^{-1}\text{]}$

6.4.3.4 Posouzení:

Konstrukce	U [Wm ⁻² K ⁻¹]	U _n [Wm ⁻² K ⁻¹]	Posouzení
P03	0,137	0,45	vyhoví

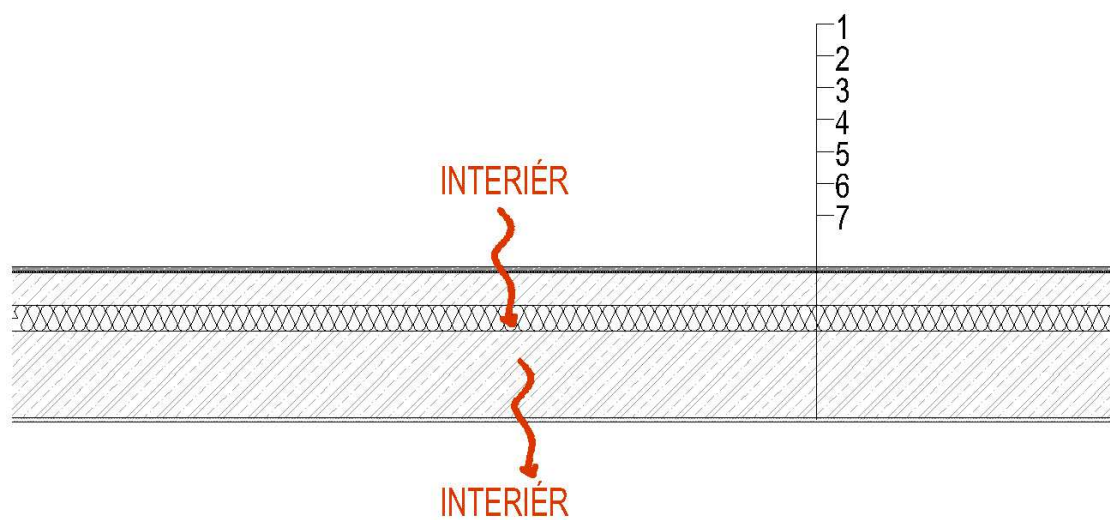
6.4.4 P04-PODLADA A STROP MEZI VYTÁPĚNÝMI PROSTORY- ZÁTĚŽOVÝ KOBEREK

6.4.4.1 Tepelný tok:

V této konstrukci dochází ke svislému tepelnému toku:

$$R_{si}=0,17 \text{ [Wm}^{-1}\text{K}^{-1}\text{]}, R_{se}=0,17 \text{ [Wm}^{-1}\text{K}^{-1}\text{]}.$$

6.4.4.2 Skladba:



Obrázek 6.11 Schéma skladby konstrukce P04

6.4.4.3 Výpočet:

č. vrst.	popis	d [m]	λ [Wm ⁻¹ K ⁻¹]	R [m ² KW ⁻¹]
1.	Zátěžový koberec	0,005	0,065	0,076
2.	Samonivelační stěrka Cemix 30	0,003	1,200	0,003
3.	Anhydritová mazanina	0,050	1,200	0,042
4.	PE fólie	0,002	TATO VRSTVA SE NEZAPOČÍTÁVA	
5.	Isover DTPT 6,0 kročejová izolace	0,040	0,037	1,081
6.	Železobetonová stropní deska	0,250	1,200	0,208
7.	Omítka sádrová	0,010	0,390	0,026

Celkový tepelná odpor konstrukce: $\Sigma R=1,436 \text{ [m}^2\text{KW}^{-1}\text{]}$

Celkový tepelný odpor při přestupu tepla konstrukcí: $R_T=1,436+0,17+0,17=1,776 \text{ [m}^2\text{KW}^{-1}\text{]}$

Součinitel prostupu tepla: $U=1/1,776=0,563 \text{ [Wm}^{-2}\text{K}^{-1}\text{]}$

6.4.4.4 Posouzení:

Konstrukce	U [Wm ⁻² K ⁻¹]	U _n [Wm ⁻² K ⁻¹]	Posouzení
P04	0,563	2,20	vyhoví

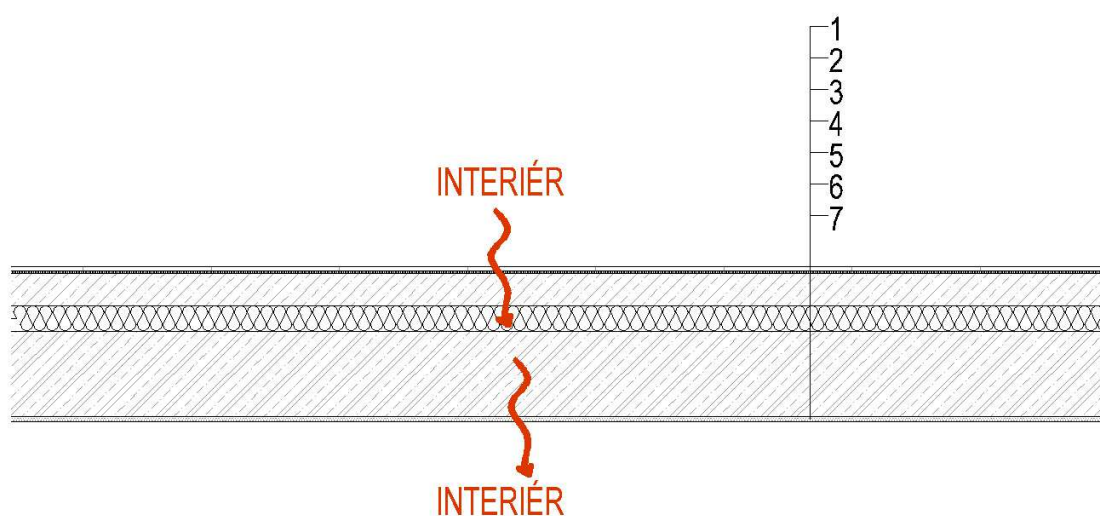
6.4.5 P05-PODLADA A STROP MEZI VYTÁPĚNÝMI PROSTORY- KERAMICKÁ DLAŽBA

6.4.5.1 Tepelný tok:

V této konstrukci dochází ke svislému tepelnému toku:

$R_{si}=0,17 \text{ [Wm}^{-1}\text{K}^{-1}\text{]}, R_{se}=0,17 \text{ [Wm}^{-1}\text{K}^{-1}\text{]}.$

6.4.5.2 Skladba:



Obrázek 6.12 Schéma skladby konstrukce P05

6.4.5.3 Výpočet:

č. vrst.	popis	d [m]	$\lambda \text{ [Wm}^{-1}\text{K}^{-1}\text{]}$	R [m ² KW ⁻¹]
1.	Keramická dlažba Rako Air	0,010	1,010	0,010
2.	Lepící tmel Weber.for fix	0,005	0,220	0,023
3.	Anhydritová mazanina	0,045	1,200	0,038
4.	PE fólie	0,002	TATO VRSTVA SE NEZAPOČÍTÁVA	
5.	Isover DTPT 6,0 kročejová izolace	0,040	0,037	1,081
6.	Železobetonová stropní deska	0,250	1,200	0,208
7.	Omítka sádrová	0,015	0,390	0,026

Celkový tepelná odpor konstrukce: $\Sigma R=1,386 \text{ [m}^2\text{KW}^{-1}\text{]}$

Celkový tepelný odpor při přestupu tepla konstrukcí: $R_T=1,386+0,17+0,17=1,726 \text{ [m}^2\text{KW}^{-1}\text{]}$

Součinitel prostupu tepla: $U=1/1,726=0,579 \text{ [Wm}^{-2}\text{K}^{-1}\text{]}$

6.4.5.4 Posouzení:

Konstrukce	U [Wm ⁻² K ⁻¹]	U _n [Wm ⁻² K ⁻¹]	Posouzení
P05	0,579	2,20	vyhoví

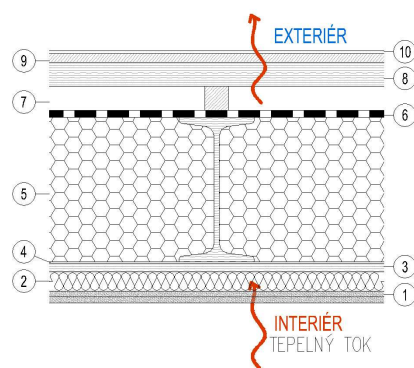
6.4.6 S01-STŘECHA-PLECHOVÁ DRÁŽKOVÁ KRYTINA

6.4.6.1 Tepelný tok:

V této konstrukci dochází ke svislému (směrem vzhůru) tepelnému toku:

$$R_{si}=0,10 \text{ [Wm}^{-1}\text{K}^{-1}\text{]}, R_{se}=0,04 \text{ [Wm}^{-1}\text{K}^{-1}\text{]}.$$

6.4.6.2 Skladba:



Obrázek 6.13 Schéma skladby konstrukce S01

6.4.6.3 Výpočet:

č. vrst.	popis	d [m]	λ [Wm ⁻¹ K ⁻¹]	R [m ² KW ⁻¹]
1.	2xprotipožární SDK deska	2x0,0125	0,220	0,114
2.	Dřevěný rošt s tep. izolací	0,040	0,035	1,143
3.	Osb deska	0,018	0,180	0,100
4.	Parotěsné fólie	0,0002	TATO VRSTVA SE NEZAPOČÍTÁVÁ	
5.	Dřevěné I300 nosníky /výška 300 mm/			
	s foukanou dřevní celulórou	0,300	0,039	7,692
6.	DFH deska - pojistná hydroizolace	0,015	0,180	0,083
7.	Střešní latě	0,050	TATO VRSTVA SE NEZAPOČÍTÁVÁ	
8.	Kontralatě, vzduchová mezera	0,050	TATO VRSTVA SE NEZAPOČÍTÁVÁ	
9.	Bednění z OSB desek	0,018	TATO VRSTVA SE NEZAPOČÍTÁVÁ	
10.	Plechová drážková střešní krytina	0,008	TATO VRSTVA SE NEZAPOČÍTÁVÁ	

Celkový tepelná odpor konstrukce: $\Sigma R=9,132 \text{ [m}^2\text{KW}^{-1}\text{]}$

Celkový tepelný odpor při přestupu tepla konstrukcí: $R_T=9,132+0,10+0,04=9,272 \text{ [m}^2\text{KW}^{-1}\text{]}$

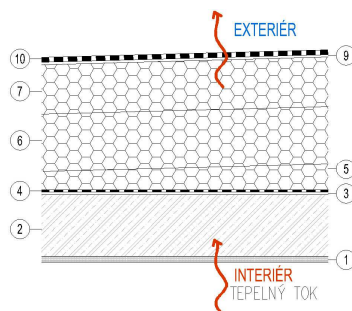
Součinitel prostupu tepla: $U=1/9,551=0,108 \text{ [Wm}^{-2}\text{K}^{-1}\text{]}$

6.4.6.4 Posouzení:

Konstrukce	U [Wm ⁻² K ⁻¹]	U _n [Wm ⁻² K ⁻¹]	Posouzení
S01	0,108	0,24	vyhoví

6.4.7 S02-STŘECHA-HYDROIZOLAČNÍ PVC FÓLIE

6.4.7.1 Skladba:



Obrázek 6.14 Schéma skladby konstrukce S02

6.4.7.2 Výpočet:

č. vrst.	popis	d [m]	λ [Wm ⁻¹ K ⁻¹]	R [m ² KW ⁻¹]
1.	Omítka sádrová tepelně izolační	0,015	0,110	0,091
2.	Železobetonová stropní deska	0,150	1,200	0,125
3.	Separační textilie	0,001	TATO VRSTVA SE NEZAPOČÍTÁVAVÁ	
4.	Parotěsné fólie	0,0002	TATO VRSTVA SE NEZAPOČÍTÁVAVÁ	
5.	Tepelně izolační spádové klíny			
	Isover SD	0,040	0,036	1,111
6.	Tepelná izolace Isover			
	UNIROL-PLUS	0,140	0,036	3,889
7.	Tepelná izolace Isover			
	UNIROL-PLUS	0,120	0,036	3,334
8.	Textilie z polypropylenu	0,001	TATO VRSTVA SE NEZAPOČÍTÁVAVÁ	
10.	Hydroizolační PVC fólie	0,0002	TATO VRSTVA SE NEZAPOČÍTÁVAVÁ	

Celkový tepelná odpor konstrukce: $\Sigma R=8,550$ [m²KW⁻¹]

Celkový tepelný odpor při přestupu tepla konstrukcí: $R_T=8,550+0,10+0,04=8,690$ [m²KW⁻¹]

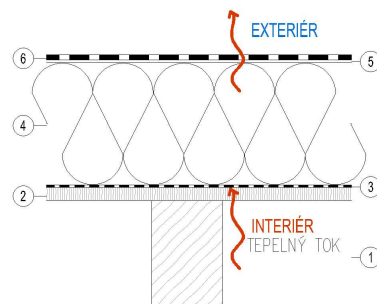
Součinitel prostupu tepla: $U=1/8,625=0,115$ [Wm⁻²K⁻¹]

6.4.7.3 Posouzení:

Konstrukce	U [Wm ⁻² K ⁻¹]	U _n [Wm ⁻² K ⁻¹]	Posouzení
S02	0,115	0,24	vyhoví

6.4.8 S03-STŘECHA-KROKVE PO VLAŠSKU

6.4.8.1 Skladba:



Obrázek 6.15 Schéma skladby konstrukce S03

6.4.8.2 Výpočet:

č. vrst.	popis	d [m]	λ [Wm ⁻¹ K ⁻¹]	R [m ² KW ⁻¹]
1.	Dřevěné krokve po vlašsku	0,250	TATO VRSTVA SE NEZAPOČÍTÁVAVÁ	
2.	Bednění z OSB desek	0,030	0,018	1,667
3.	Parotěsné fólie	0,0002	TATO VRSTVA SE NEZAPOČÍTÁVAVÁ	
4.	Tepelná izolace Isover TRAM EPS	0,280	0,035	8,000
5.	Textilie z polypropylenu	0,001	TATO VRSTVA SE NEZAPOČÍTÁVAVÁ	
6.	Hydroizolační PVC fólie	0,0002	TATO VRSTVA SE NEZAPOČÍTÁVAVÁ	

Celkový tepelná odpor konstrukce: $\Sigma R = 9,667$ [m²KW⁻¹]

Celkový tepelný odpor při přestupu tepla konstrukcí: $R_T = 9,667 + 0,10 + 0,04 = 9,807$ [m²KW⁻¹]

Součinitel prostupu tepla: $U = 1/9,807 = 0,102$ [Wm⁻²K⁻¹]

6.4.8.3 Posouzení:

Konstrukce	U [Wm ⁻² K ⁻¹]	U _n [Wm ⁻² K ⁻¹]	Posouzení
S03	0,102	0,24	vyhoví

6.5 Výplně otvorů

U konstrukcí oken a dveří byly pro další výpočty uvažovány součinitele prostupu tepla, které udával výrobce.

Součinitele prostupu tepla: hodnoty převzaté od výrobce				
Označení	Popis konstrukce	U	U _{N,20}	U _{pas,20}
		[Wm ⁻² K ⁻¹]	[Wm ⁻² K ⁻¹]	[Wm ⁻² K ⁻¹]
OXX	Plastové vstupní dveře 1	1,000	1,700	0,900
OXX	Plastové vstupní dveře 2	1,100	1,700	0,900
OXX	Okno s izolačním trojsklem	0,750	1,500	0,8-0,6
DXX	Dřevěné dveře	2,000	-	-
DXX	Plastové dveře	1,800	-	-
SN05	Skleněná stěna	1,500	2,700	-

Tabulka 6.2 Přehled položek pro které byl součinitel prostupu tepla převzat přímo od výrobce

6.6 Přehled výstupních hodnot

Součinitele prostupu tepla: konstrukce obálky budovy				
Označení	Popis konstrukce	U	U _{N,20}	Upas,20
		[Wm ⁻² K ⁻¹]	[Wm ⁻² K ⁻¹]	[Wm ⁻² K ⁻¹]
F01	Obvodová stěna	0,130	0,300	0,18-0,12
F02	Obvodová stěna-sokl	0,127	0,300	0,18-0,12
F03	Stěna mezi sousedními budovami	0,266	1,050	0,5
P01	Podlaha na zemině	0,137	0,450	0,22-0,15
P02	Podlaha na zemině	0,137	0,450	0,22-0,15
P03	Podlaha na zemině	0,137	0,450	0,22-0,15
S01	Střešní konstrukce	0,108	0,240	0,18-0,12
S02	Střešní konstrukce	0,115	0,240	0,18-0,12
S03	Střešní konstrukce	0,102	0,240	0,18-0,12
OXX	Plastové vstupní dveře 1	1,000	1,700	0,900
OXX	Plastové vstupní dveře 2	1,100	1,700	0,900
OXX	Okno s izolačním trojsklem	0,750	1,500	0,8-0,6

Tabulka 6.3 Součinitele prostupu tepla: konstrukce obálky budovy

Součinitele prostupu tepla: vnitřní konstrukce				
Označení	Popis konstrukce	U	U _{N,20}	Upas,20
		[Wm ⁻² K ⁻¹]	[Wm ⁻² K ⁻¹]	[Wm ⁻² K ⁻¹]
SN01	Dělící stěna 1	0,948	2,700	-
SN02	Dělící stěna 2	0,802	2,700	-
SN03	Dělící stěna 3	0,604	2,700	-
SN04	Vnitřní nosná stěna	0,404	2,700	-
SN05	Skleněná stěna	1,500	2,700	-
P04	Podlaha + strop	0,563	2,200	-
P05	Podlaha + strop	0,579	2,200	-
DXX	Dřevěné dveře	2,000	-	-
DXX	Plastové dveře	1,800	-	-

Tabulka 6.4 Součinitele prostupu tepla: vnitřní konstrukce

Poznámka

XX znázorňuje číslo položky podle rozměru prvků (O – výplně fasádních otvorů, D – vnitřní dveře).

7 HODNOCENÍ OBÁLKY BUDOVY

7.1 Energetický štítek obálky budovy

7.1.1 Obecný postup výpočtu a posouzení

Jedná se o přehledný, technický dokument, který je dílčím podpůrným výstupem pro Průkaz energetické náročnosti budovy (PENB). Samotný energetický štítek pouze informuje, zda obálka budovy vyhovuje na průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} [$Wm^{-2}K^{-1}$]. Objekty graficky kvalifikuje do sedmi tříd A až G, přičemž A (velmi úsporná je nejlepší) a G (nehospodárná) je nejhorší. Výsledek tedy nemá přesnější vypovídající hodnotu o energetickém chování budovy, ale o vlastnostech konstrukcí oddělující budovu od venkovního prostředí. Energetický štítek obálky budovy se zpracovává dle ČSN 73 0540-2 [49] z roku 2011. Naopak Průkaz vyhodnocuje veškeré energie spotřebované při provozu budovy např. energie na vytápění, klimatizace, ohřev teplé vody, osvětlení atd. PENB je nutné zpracovat podle zákona č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií [47] ve znění pozdějších předpisů v případech:

- při výstavbě nové budovy nebo při větší změně dokončené budovy
- pro budovu užívanou orgánem státní moci
- pro bytové domy či administrativní budovy
- při prodeji budovy nebo její ucelené části
- při pronájmu budovy nebo její ucelené části

Poznámka

Přesnější specifikace, kdy musí být PENB zpracován jsou uvedeny v zákoně č. 406/2000 Sb. [47].

Pro výpočet se obálka budovy rozdělí na části, kde tepelný tok odchází přímo do venkovního prostoru (obvodové stěny, výplně otvorů, střechy apod.), do zeminy, do nevytápěného prostoru anebo do prostoru s výrazně jinou teplotou. Samotný výpočet pak probíhá dvakrát se vzájemným porovnáním. V prvním případě se počítá průměrný součinitel prostupu tepla pro danou obálku se skutečnými vlastnostmi (skutečný součinitel prostupu tepla) konstrukcí. V druhém případě pro rozměrově stejnou obálku ale s normovými, požadovanými hodnotami součinitele prostupu tepla pro všechny konstrukce. Taková fiktivní budova se nazývá referenční a slouží k porovnání a vyhodnocení (výpočet normového, průměrného součinitele prostupu tepla) budovy skutečné.

Průměrný součinitel prostupu tepla:

$$U_{em} = \frac{\sum(A_i \cdot U_i \cdot b_i) + (\sum A_i \cdot \Delta U)}{\sum A_i} \quad [Wm^{-2}K^{-1}] \quad (1.5)$$

A_i je plocha dané konstrukce obálky budovy [m^2]

U_i skutečný součinitel prostupu tepla dané konstrukce obálky budovy [$Wm^{-2}K^{-1}$]

b_i je teplotní redukční činitel zohledňující rozdíl mezi venkovní teplotou a teplotou nevytápěného prostoru (případně prostoru vytápěného na jinou teplotu) [-]

ΔU je korekční součinitel prostupu tepla zahrnující vliv tepelných mostů, volí se dle odhadu kvality provedení detailu (hodnoty uvedeny v ČSN 73 0540-2 [49]) [$\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$]

Teplotní redukční činitel:

$$b_i = \frac{\theta_{\text{int},i} - \theta_i}{\theta_{\text{int},i} - \theta_e} \quad [-] \quad (1.6)$$

$\theta_{\text{int},i}$ je vnitřní teplota vytápěného prostoru (i) [$^{\circ}\text{C}$]

θ_e je návrhová venkovní (e) teplota vzduchu [$^{\circ}\text{C}$]

θ_i je návrhová teplota nevytápěného prostoru (případně prostoru vytápěného na jinou teplotu) [$^{\circ}\text{C}$]

Dle ČSN 73 0540-2 [49] musí průměrný součinitel prostupu tepla splňovat podmínku:

$$U_{\text{em}} \leq U_{\text{em},N} = \frac{\Sigma(A_i \cdot U_{i,N} \cdot b_i) + (\Sigma A_i \cdot 0,02)}{\Sigma A_i} \quad [\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}] \quad (1.7)$$

$U_{i,N}$ je normový, požadovaný součinitel prostupu tepla dané konstrukce obálky budovy [$\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$]

7.1.2 Protokol k energetickému štítku obálky budovy

Identifikační údaje

Druh stavby	Stavba občanské vybavenosti – mateřská škola
Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ)	Václavská 29, Holasice, 664 61
Katastrální území a katastrální číslo	Holasice 640778
Provozovatel, popř. budoucí provozovatel	Obec Holasice
Vlastník nebo společenství vlastníků, popř. stavebník	Obec Holasice zastoupena:
Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ)	Ing. Petr Novák
Telefon / E-mail	Václavská 11, Holasice 664 61
	+420 732 556 846/
	p.novak@holasiceobec.cz

Charakteristika budovy

Objem budovy V - vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy	2961 m ³
Celková plocha A - součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy	1868,33 m ²
Geometrická charakteristika budovy A / V	0,631 m ² /m ³
Převažující vnitřní teplota v otopném období θ_m	20 $^{\circ}\text{C}$
Vnější návrhová teplota v zimním období θ_e	-12 $^{\circ}\text{C}$

Měrná tepelná ztráta a průměrný součinitel prostupu tepla

Referenční budova (stanovení požadavku)					Hodnocená budova			
Konstrukce	Plocha	Součinitel prostupu tepla	Redukční činitel	Měrná ztráta prostupem tepla	Plocha	Součinitel prostupu tepla	Redukční činitel	Měrná ztráta prostupem tepla
	A	U	b	H _T	A	U	b	H _T
		(požadovaná hodnota podle ČSN 73 0540-2/2011)						
	[m ²]	[W/(m ² K)]	[-]	[W/K]	[m ²]	[W/(m ² K)]	[-]	[W/K]
Obvodová stěna - F01	514,48	0,450	1,00	231,52	514,48	0,130	1,00	66,88
Podlaha na zemině	509,22	0,450	0,47	107,24	509,22	0,160	0,47	38,13
Stěna (příčka) do nevytápěného prostoru - F03	118,39	0,600	0,16	11,08	118,39	0,266	0,16	4,91
Střecha - S01	134,32	0,240	1,00	32,24	134,32	0,108	1,00	14,51
Střecha -S02	85,83	0,240	1,00	20,60	85,83	0,111	1,00	9,53
Střecha -S03	415,78	0,240	1,00	99,79	415,78	0,102	1,00	42,41
Okna	68,52	1,500	1,00	102,78	68,52	0,750	1,00	51,39
Vchodové dveře	10,81	1,700	1,00	18,38	10,81	1,100	1,00	11,89
Vchodové dveře	10,99	1,700	1,00	18,68	10,99	1,000	1,00	10,99
Zbývající část plochy výplně otvorů započtena jako obvodová stěna	-	-	-	-	-	-	-	-
Celkem	1868,33			642,30	1868,33			250,64
Tepelné vazby		1868,33 x 0,02 =		37,37	1868,33 x 0,02 =		37,37	
Celková měrná ztráta prostupem tepla		642,30+37,37 =		679,67	250,64+37,37 =		288,01	
Průměrný součinitel prostupu tepla podle 5.3.4 a tabulky 5		max. U _{em} pro A/V		požadovaná hodnota:				
		679,67/1868,33 =		0,364				0,154
		75% z požadované hodnoty		doporučená hodnota:				VYHOVÍ
		0,364 · 0,75=		0,273				
Klasifikační třída obálky budovy podle přílohy C					0,42	TŘÍDA A - VELMI ÚSPORNÁ		

Stanovení prostupu tepla obálkou budovy

Měrná ztráta prostupem tepla H_T	W/K	250,640
Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em} = H_T / A$	W/(m ² K)	0,154
Doporučený součinitel prostupu tepla $U_{em, Nrc}$	W/(m ² K)	0,273
Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_{em, Nrq}$	W/(m ² K)	0,364

Klasifikační třídy prostupu tepla obálkou hodnocené budovy

Hranice klasifikačních tříd	Klasifikační ukazatel C_l pro hranice klasifikačních tříd	U_{em} [W/(m ² ·K)] pro hranice klasifikačních tříd	
		Obecně	Pro hodnocenou budovu
A	0,50	0,5. $U_{em,N}$	0,182
B	0,75	0,75. $U_{em,N}$	0,273
C	1,0	1. $U_{em,N}$	0,364
D	1,5	1.5. $U_{em,N}$	0,546
E	2,0	2. $U_{em,N}$	0,728
F	2,5	2,5. $U_{em,N}$	0,909
G	> 2,5	> 2,5. $U_{em,N}$	-

Klasifikace: A-VELMI ÚSPORNÁ

Datum vystavení energetického štítku obálky budovy: 24.052016

Zpracovatel energetického štítku obálky budovy: Vojtěch Dužík

IČO:

-









Zpracoval:

Vojtěch Dužík

Podpis:

.....

Tento protokol a energetický štítek obálky budovy odpovídá směrnici evropského parlamentu a rady č. 2002/91/ES a prEN 15217. Byl vypracován v souladu s ČSN 73 0540-2/2011 a podle projektové dokumentace stavby dodané objednatelem.

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY						
Stavba občanské vybavenosti – mateřská škola Václavská 29, Holasice, 664 61					Hodnocení obálky budovy	
Celková podlahová plocha Ac = 624,21 m²					stávající	doporučení
CI	Velmi úsporná					
0,5						
						
0,75						
1,0						
1,5						
2,0						
2,5						
Mimořádně nehospodárná						
klasifikace					A	
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy Uem ve W/(m².K) Uem = HT/A					0,154	-
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 730540-2 Uem,N ve W/(m².K)					0,364	-
Klasifikační ukazatele CI a jim odpovídající hodnoty Uem						
CI	0,50	0,75	1,00	1,50	2,0	2,50
Uem	0,182	0,273	0,364	0,546	0,728	0,909
Platnost štítku do: 04/2026				Datum: 24.05.2016		
Štítek vypracoval: Vojtěch Dužík						

Obrázek 7.1 Energetický štítek obálky budovy

Poznámka

Pro výpočet měrné tepelné ztráty do nevytápěného prostoru byla uvažovaná návrhová teplota 15 [°C]. Jedná se o sousední nevytápěný objekt.

7.2 Hodnocení obálky dle vyhlášky č. 78/2013 Sb.

- Průměrný součinitel prostupu tepla:

Určený pro každou zónu dle vztahu 1.5.

- Požadovaná (referenční) hodnota součinitele prostupu tepla pro zónu:

$$U_{em,R,j} = f_R \cdot \left(\frac{\sum U_{N,20,j} \cdot A_j \cdot b_j}{\sum A_j} + \Delta U_{em,R} \right) \quad [Wm^{-2}K^{-1}] \quad (1.8)$$

f_R uvažováno jako 0,7 (pro budovu s téměř nulovou spotřebou energie)

- Požadovaná (referenční) hodnota součinitele prostupu tepla pro celý objekt:

$$U_{em,R} = \frac{\sum (U_{em,R,j} \cdot V_j)}{\sum V_i} \quad [Wm^{-2}K^{-1}] \quad (1.9)$$

V je objem zóny [m³]

- Porovnání a zařazení:

Zóna	Převažující návrhová vnitřní teplota $\theta_{m,j}$ [°C]	Vypočtená hodnota průměrného součinitele prostupu tepla $U_{em,R,j} [W/(m^2K)]$	Referenční hodnota průměrného součinitele prostupu tepla $U_{em,R,j} [W/(m^2K)]$	Budova	Vypočtený hodnota průměrného součinitele prostupu tepla $U_{em} [W/(m^2K)]$	Referenční hodnota průměrného součinitele prostupu tepla $U_{em,R} [W/(m^2K)]$
1	18	0,163	0,299		budova jako celek	0,165
2	22	0,171	0,314			
3	22	0,169	0,310			
4	20	0,157	0,288			

$U_{em} [W/(m^2 \cdot K)]$ pro hranice klasifikačních tříd		Klasifikační třída	Slovní vyjádření
Obecně	Pro hodnocenou budovu		
0,65. $U_{em,R}$	0,197	A	Mimořádně úsporná
0,80. $U_{em,R}$	0,242	B	Velmi úsporná
$U_{em,R}$	0,303	C	Úsporná
1,5. $U_{em,R}$	0,455	D	Méně úsporná
2. $U_{em,R}$	0,606	E	Nehospodárná
2,5. $U_{em,R}$	0,758	F	Velmi nehospodárná
	-	G	Mimořádně nehospodárná

Tabulka 7.1 Zařazení obálky budovy dle vyhlášky 78/2013 Sb. [43]

Závěr:

Obálku budovy lze klasifikovat dle vyhlášky č. 78/2013 Sb. [43] do klasifikační třídy A – mimořádně úsporná. Výsledek hodnocení je stejný jako při posuzování pomocí energetického štítku budovy.

Poznámka

Díličí výpočty byly určeny pomocí softwaru.

8 VÝPOČET TEPELNÉHO VÝKONŮ

8.1 Tepelný výkon pro pokrytí tepelných ztrát

8.1.1 Obecný postup

Výpočet tepelných ztrát jednotlivých vytápěných místností byl proveden dle ČSN EN 12831 [46] za předpokladu rovnoměrného rozložení teplot a ustáleného stavu teplot ale i vlastností stavebních konstrukcí.

Celková návrhová tepelná ztráta vytápěného prostoru:

$$\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} \text{ [W]} \quad (1.10)$$

$\Phi_{T,i}$ je návrhová tepelná ztráta prostupem tepla vytápěného prostoru (i) [W]

$\Phi_{V,i}$ je návrhová tepelná ztráta větráním vytápěného prostoru (i) [W]

Návrhová tepelná ztráta prostupem tepla:

$$\Phi_{T,i} = H_{T,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) \text{ [W]} \quad (1.11)$$

$H_{T,i}$ je celková měrná tepelná ztráta prostupem vytápěného prostoru (i) [WK⁻¹]

$\theta_{int,i}$ je vnitřní teplota vytápěného prostoru (i) [°C]

θ_e je návrhová venkovní (e) teplota vzduchu [°C]

Celková měrná tepelná ztráta prostupem vytápěného prostoru:

$$H_{Ti} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig} \text{ [WK}^{-1}\text{]} \quad (1.12)$$

$H_{T,ie}$ je součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru (i) do venkovního prostředí (e) pláštěm budovy [WK⁻¹]

$H_{T,iue}$ je součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru (i) do venkovního prostředí (e) nevytápěným prostorem (u) [WK⁻¹]

$H_{T,ij}$ je součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru (i) do sousedního prostoru (j) vytápěného na jinou teplotu, než je teplota interiéru [WK^{-1}]

$H_{T,ig}$ je součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru (i) do zeminy (g) [WK^{-1}]

Součinitel tepelné ztráty prostupem do venkovního prostředí:

$$H_{T,ie} = \Sigma(A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k) [WK^{-1}] \quad (1.13)$$

A_k je plocha konstrukce stavební části (k) [m^2], u které dochází k prostupu tepla do venkovního prostředí

U_{kc} je korigovaný součinitel prostupu tepla stavební části (k) [$Wm^{-2}K^{-1}$]

e_k je korekční činitel vystavení povětrnostním vlivům (uvažováno 1,0) [-]

Korigovaný součinitel prostupu tepla:

$$U_{kc} = U_k + \Delta U [Wm^{-2}K^{-1}] \quad (1.14)$$

U_k je součinitel prostupu tepla konstrukce stavební části (k) [$Wm^{-2}K^{-1}$]

ΔU je korekční součinitel prostupu tepla zahrnující vliv tepelných mostů dle druhu stavební části [$Wm^{-2}K^{-1}$]

Součinitel tepelné ztráty prostupem do venkovního prostředí nevytápěným prostorem:

$$H_{T,iue} = \Sigma(A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u) [WK^{-1}] \quad (1.15)$$

b_u je teplotní redukční činitel zahrnující teplotní rozdíl mezi teplotou nevytápěného prostoru a venkovní návrhové teploty [-]

Teplotní redukční činitel b_u :

$$b_u = \frac{\theta_{int,i} - \theta_u}{\theta_{int,i} - \theta_e} [-] \quad (1.16)$$

θ_u je návrhová teplota v nevytápěném prostoru [$^{\circ}C$]

Součinitel tepelné ztráty prostupem do sousedního prostředí:

$$H_{T,ij} = \Sigma(f_j \cdot A_k \cdot U_k) [WK^{-1}] \quad (1.17)$$

f_j je redukční teplotní činitel, který koriguje teplotní rozdíl mezi teplotou sousedního prostoru a teplotou venkovního prostoru [-]

Redukční teplotní činitel f_j :

$$f_j = \frac{\theta_{\text{int},i} - \theta_j}{\theta_{\text{int},i} - \theta_e} [-] \quad (1.18)$$

θ_j je teplota sousedního prostoru [$^{\circ}\text{C}$]

Součinitel tepelné ztráty prostupem do zeminy:

$$H_{T,ig} = f_{g1} \cdot G_w \cdot f_{g2} \cdot \Sigma(A_k \cdot U_{\text{equiv},k}) [\text{WK}^{-1}] \quad (1.19)$$

f_{g1} je korekční činitel zohledňující vliv ročních změn venkovní teploty [-] dle přílohy D.4.3 z ČSN EN 12831 [46]

G_w je korekční činitel zohledňující vliv spodní vody (uvažováno 1,0, jiná hodnota v případě, že je vzdálenost mezi vodní hladinou spodní vody a úrovní podlahy na zemině menší než 1 [m]) [-]

f_{g2} teplotní redukční činitel zohledňující rozdíl mezi roční průměrnou venkovní teplotou a výpočtovou venkovní teplotou [-]

$U_{\text{equiv},k}$ je ekvivalentní součinitel prostupu tepla konstrukce stavební části (k) stanovený pro daný typ podlahy dle tab. 4 z ČSN EN 12831 [46], [$\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$]

Teplotní redukční činitel f_{g2} :

$$f_{g2} = \frac{\theta_{\text{int},i} - \theta_{m,e}}{\theta_{\text{int},i} - \theta_e} [-] \quad (1.20)$$

$\theta_{m,e}$ je roční průměrná venkovní teplota [$^{\circ}\text{C}$]

Návrhová tepelná ztráta větráním:

$$\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\theta_{\text{int},i} - \theta_e) [\text{W}] \quad (1.21)$$

$H_{V,i}$ je součinitel návrhové tepelné ztráty větráním [WK^{-1}]

Součinitel návrhové tepelné ztráty větráním:

$$H_{V,i} = 0,34 \cdot V_i [\text{WK}^{-1}] \quad (1.22)$$

V_i je výměna vzduchu ve vytápěném prostoru [m^3h^{-1}]

Výměna vzduchu ve vytápěném prostoru:

$$V_i = V_{\text{inf},i} + V_{\text{su},i} \cdot f_{v,i} + V_{\text{mech,inf},i} [\text{m}^3\text{h}^{-1}] \quad (1.23)$$

$V_{\text{inf},i}$ je množství vzduchu infiltrací ve vytápěném prostoru (i) [m^3h^{-1}]

$V_{\text{su},i}$ je množství nuceně přiváděného vzduchu do vytápěného prostoru (i) [m^3h^{-1}]

$V_{\text{mech,inf},i}$ je rozdíl mezi nuceně odváděným a přiváděným vzduchem z vytápěné místnosti (i) [m^3h^{-1}]

$f_{v,i}$ je teplotní redukční činitel zohledňující rozdíl mezi teplotou vzduchu ve vytápěném prostoru (i) a teplotou nuceně přiváděného vzduchu [-]

Teplotní redukční činitel $f_{v,i}$:

$$f_{v,i} = \frac{\theta_{\text{int},i} - \theta_{\text{su},i}}{\theta_{\text{int},i} - \theta_e} [-] \quad (1.24)$$

$\theta_{\text{su},i}$ je teplota nuceně přiváděného vzduchu do vytápěného prostoru (i) [$^{\circ}\text{C}$]

Množství vzduchu infiltrací:

$$V_{\text{inf},i} = 2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i [\text{m}^3\text{h}^{-1}] \quad (1.25)$$

V_m je objem místnosti [m^3]

n_{50} je intenzita výměny vzduchu při rozdílu tlaků 50 [Pa] mezi vnějším a vnitřním prostředím [h^{-1}]

e_i je stínící činitel [-]

ε_i je výškový korekční činitel zohledňující zvýšení rychlosti proudění vzduchu s výškou prostoru nad povrchem země [-]

8.1.2 Výpočet návrhové teploty v nevytápěných prostorech

8.1.2.1 Místnost 1.05 Sklad zahradního nářadí

Výpočet je proveden na základě rovnosti tepelných toků:

$$Q_1 + Q_2 = Q_3 + Q_6 + Q_4 + Q_5 + Q_7 \quad [\text{W}] \quad (1.26)$$

$Q_1 = A_1 \cdot U_{\text{sn03}} \cdot (20 - t_x)$ [W] je tepelný tok z místnosti 1.06 do místnosti 1.05 přes konstrukci SN03

$Q_2 = A_2 \cdot U_{\text{sn03}} \cdot (15 - t_x)$ [W] je tepelný tok z místnosti 1.04 do místnosti 1.05 přes konstrukci SN03

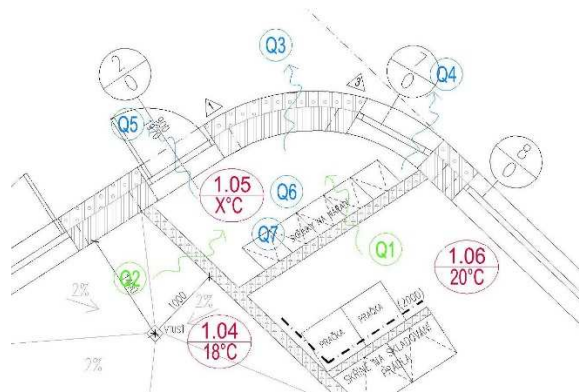
$Q_3 = A_3 \cdot U_{\text{F01}} \cdot (t_x + 12)$ [W] je tepelný tok z místnosti 1.05 do exteriérů přes konstrukci F01

$Q_6 = A_{\text{P04}} \cdot U_{\text{P04}} \cdot (20 - t_x)$ [W] je svislý tepelný tok z místnosti 1.05 do místnosti 2.06 přes vodorovnou konstrukci P04

$Q_4 = A_o \cdot U_o \cdot (t_x + 12)$ [W] je tepelný tok z místnosti 1.05 do exteriéru přes okno O07

$Q_5 = A_D \cdot U_D \cdot (t_x + 12)$ [W] je tepelný tok z místnosti 1.05 do exteriéru přes dveře O02

$Q_7 = A_{\text{P02}} \cdot U_{\text{P02,z}} \cdot (t_x - 5)$ [W] je tepelný tok z místnosti 1.05 do zeminy přes podlahu P02



Obrázek 8.1 Tepelné toky v místnosti 1.05

Po dosazení do vztahu (1.4) a vyjádření neznáme teploty:

$$t_X = (20A_1U_{SN03} + 15A_2U_{SN3} - 12A_3U_{F01} - 20A_{P04}U_{P04} - 12A_OU_O - 12A_DU_D + 5A_{P02}U_{P02}) / (A_1U_{SN03} + A_2U_{SN3} + A_3U_{F01} - A_{P04}U_{P04} + A_OU_O + A_DU_D + A_{P02}U_{P02}) \quad (1.27)$$

$$t_X = (20 \cdot 8,48 \cdot 0,604 + 15 \cdot 4,74 \cdot 0,604 - 12 \cdot 8,97 \cdot 0,130 - 20 \cdot 3,56 \cdot 0,560 - 12 \cdot 0,55 \cdot 0,75 - 12 \cdot 2,20 \cdot 1,00 + 5 \cdot 3,56 \cdot 0,160) / (8,48 \cdot 0,604 + 4,74 \cdot 0,604 + 8,97 \cdot 0,130 - 3,56 \cdot 0,560 + 0,55 \cdot 0,75 + 2,20 \cdot 1,00 + 3,56 \cdot 0,160)$$

$$t_X = 6,9 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

8.1.2.2 Místnost 1.11 Odpadky

Výpočet vycházel ze stejného principu rovnosti tepelných toků. Výpočtem byla stanovená teplota $t_x=9,6 \text{ [}^\circ\text{C]}$.

8.1.3 Výpočet tepelných ztrát jednotlivých místností

Označení místnosti	Název místnosti	Místo stavby:	Holasice (lokal.: Brno)
		Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$:	18 [°C]
1.01	PŘÍJEM	Výpočtová vnější teplota θ_e :	-12 [°C]

TEPELNÉ ZTRÁTY PROTUPEM							
-------------------------	--	--	--	--	--	--	--

1. Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	e_k [-]	$H_{T,ie}=A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ [WK ⁻¹]
O05	Dvoukřídlé vstupní dveře plastové	4,40	1,000	0,00	1,000	1,0	4,400
F01	Obvodová stěna 1	7,23	0,130	0,02	0,150	1,0	1,084
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí:						$H_{T,ie}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k =$	5,484

2. Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	b_u [-]	$H_{T,iue}=A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ [WK ⁻¹]
-	-	-	-	-	-	-	-
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor:						$H_{T,iue}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u =$	0,000

3. Tepelné ztráty/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	θ_j [°C]	$f_j=(\theta_{int,i}-\theta_j)/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]	$H_{T,ij}=A_k \cdot U_k \cdot f_j$ [WK ⁻¹]	
P04	Podlaha nad stropem 1.NP	0,08	0,563	20	-0,067	-0,003	
P05	Podlaha nad 1.NP	0,26	0,579	20	-0,067	-0,010	
Celková měrná tep. ztráta/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou:						$H_{T,ij}=\Sigma A_k \cdot U_k \cdot f_j =$	-0,003

4. Tepelné ztráty zeminou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	$U_{equiv,k}$ [Wm ⁻² K ⁻¹]	$A_k \cdot U_{equiv,k}$ [WK ⁻¹]	f_{g1} [-]	G_w [-]	$f_{g2}=(\theta_{int,i}-\theta_{m,e})/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]
P02	Podlaha na zemině	15,51	0,160	2,48	1,450	1,000	0,433
$\theta_{m,e}=5$	(°C)	$\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k} =$		2,48			
Celková měrná tepelná ztráta zeminou:					$H_{T,ig}=(\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot (f_{g1} \cdot G_w \cdot f_{g2}) =$	1,559	[WK ⁻¹]
Celková měrná tepelná ztráta prostupem:					$H_{t,i}=H_{T,ie}+H_{T,iue}+H_{T,ij}+H_{T,ig} =$	7,040	[WK ⁻¹]
Návrhová tepelná ztráta prostupem :					$\Phi_{T,i}=H_{t,i} \cdot (\theta_{int,i}-\theta_e) =$	211,205	[W]

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM							
-------------------------	--	--	--	--	--	--	--

1. Infiltrace přes obálku budovy							
$V_m=$	48,081	m ³	Třída zastínění: průměrně chráněná	počet oken:	1	$e_i=$	0,03
$n_{50}=$	1,0	h ⁻¹	Výška vytápěného prostoru nad terénem:	0-10 [m]		$e_i=$	1,0
Množství vzduchu infilrací obvodovým pláštěm:				$V_{inf,i}=2 \cdot V_m \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot e_i =$			
				2,885 [m ³ h ⁻¹]			

2. Přívod vzduchu pomocí vzduchotechniky							
Teplota přiváděného vzduchu $\theta_{su,i}=$				18 [°C]	$f_{v,i}=$		
					0,000		
Množství vzduchu přiváděného do vytápěného prostoru: $V_{su,i}=$				200	[m ³ h ⁻¹]		
Rozdíl mezi nuceně přiváděným a odváděným vzduchem =				0	[m ³ h ⁻¹] (rovnotlaké větrání)		
Množství vzduchu přívozem vzduchotechniky:				$V_{vt,i}=V_{su,i} \cdot F_{v,i} + V_{mech,inf,i}=$			
				0,000 [m ³ h ⁻¹]			
Celková měrná tepelná ztráta větráním:				$H_{v,i}=0,34 \cdot (V_{vt,i} + V_{inf,i}) =$			
				0,981 [WK ⁻¹]			
Návrhová tepelná ztráta větráním :				$\Phi_{V,i}=H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i}-\theta_e) =$			
				29,426 [W]			
Celková tepelná ztráta místnosti:				$\Phi_{H,i}=\Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} =$			
				240,631 [W]			

Označení místnosti	Název místnosti	Místo stavby:		Holasice (lokal.: Brno)			
		Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$:		18 [°C]			
1.02	SKLAD A MYTÍ TERMOSU	Výpočtová vnější teplota θ_e :		-12 [°C]			
TEPELNÉ ZTRÁTY PROTUPEM							
1. Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	e_k [-]	$H_{T,ie}=A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ [WK ⁻¹]
O06	Okno s izolačním trojsklem	0,63	0,750	0,00	0,750	1,0	0,469
O06	Okno s izolačním trojsklem	0,63	0,750	0,00	0,750	1,0	0,469
O06	Okno s izolačním trojsklem	0,63	0,750	0,00	0,750	1,0	0,469
F01	Obvodová stěna 1	14,43	0,130	0,02	0,150	1,0	2,164
Celková mětná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí:				$H_{T,ie}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k =$ 3,570			
2. Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	b_u [-]	$H_{T,iue}=A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ [WK ⁻¹]
-	-	-	-	-	-	-	-
Celková mětná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor:				$H_{T,iue}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u =$ 0,000			
3. Tepelné ztráty/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	θ_j [°C]	$f_j=(\theta_{int,i}-\theta_j)/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]	$H_{T,ij}=A_k \cdot U_k \cdot f_j$ [WK ⁻¹]	
P04	Podlaha nad stropem 1.NP	9,39	0,563	20	-0,067	-0,353	
SN03	Vnitřní dělicí stěna 1.02 / 1.04	11,35	0,604	15	0,100	0,685	
Celková mětná tep. ztráta/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou:				$H_{T,ij}=\Sigma A_k \cdot U_k \cdot f_j =$ 0,333			
4. Tepelné ztráty zemínou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	$U_{equiv,k}$ [Wm ⁻² K ⁻¹]	$A_k \cdot U_{equiv,k}$ [WK ⁻¹]	f_{g1} [-]	G_w [-]	$f_{g2}=(\theta_{int,i}-\theta_{m,e})/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]
P01	Podlaha na zemině	13,29	0,160	2,13	1,450	1,000	0,433
$\theta_{m,e}=$ 5	(°C)	$\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k} =$ 2,13					
Celková mětná tepelná ztráta zemínou:				$H_{T,ig}=(\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot (f_{g1} \cdot G_w + f_{g2}) =$ 1,336 [WK ⁻¹]			
Celková mětná tepelná ztráta prostupem:				$H_{t,i}=H_{T,ie}+H_{T,iue}+H_{T,ij}+H_{T,ig} =$ 5,239 [WK ⁻¹]			
Návrhová tepelná ztráta prostupem :				$\Phi_{Ti}=H_{t,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) =$ 157,177 [W]			
TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM							
1. Infiltrace přes obálku budovy							
$V_m=$ 41,199	m ³	Třída zastínění:	průměrně chráněná	počet oken:	3	$e_i=$ 0,05	
$n_{50}=$ 1,0	h ⁻¹	Výška vytápěného prostoru nad terénem:	0-10 [m]			$e_i=$ 1,0	
Množství vzduchu infiltrace obvodovým pláštěm:				$V_{inf,i}= 2 \cdot V_m \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \epsilon_i =$ 4,120 [m ³ h ⁻¹]			
2. Přívod vzduchu pomocí větrání							
Teplota přiváděného vzduchu $\theta_{su,i} =$ 18 [°C]		$f_{v,i}=$ 0,000					
Množství vzduchu přiváděného do vytápěného prostoru: $V_{su,i}=$ 60 [m ³ h ⁻¹]							
Rozdíl mezi nuceně přiváděným a odváděným vzduchem = 0 [m ³ h ⁻¹] (rovnovážné větrání)							
Množství vzduchu přívodem větrání:		$V_{vzt,i}=V_{su,i} \cdot F_{v,i} + V_{mech,inf,i}=$ 0,000 [m ³ h ⁻¹]					
Celková mětná tepelná ztráta větráním:				$H_{v,i} = 0,34 \cdot (V_{vzt,i} + V_{inf,i}) =$ 1,401 [WK ⁻¹]			
Návrhová tepelná ztráta větráním :				$\Phi_{V,i}=H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) =$ 0,000 [W]			
Celková tepelná ztráta místnosti:				$\Phi_{HL,i} = \Phi_{Ti} + \Phi_{V,i} =$ 157,177 [W]			

Označení místnosti	Název místnosti	Místo stavby:	Holasice (lokal.: Brno)	
		Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$:	18	[°C]
1.03	CHODBA 1	Výpočtová vnější teplota θ_e :	-12	[°C]

TEPELNÉ ZTRÁTY PROTUPEM				
-------------------------	--	--	--	--

1. Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	e_k [-]	$H_{T,ie}=A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ [WK ⁻¹]
-	-	-	-	-	-	-	-
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí:					$H_{T,ie}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k =$		0,000

2. Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	b_u [-]	$H_{T,iue}=A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ [WK ⁻¹]
-	-	-	-	-	-	-	-
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor:					$H_{T,iue}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u =$		0,000

3. Tepelné ztráty/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	θ_j [°C]	$f_j=(\theta_{int,i}-\theta_j)/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]	$H_{T,ij}=A_k \cdot U_k \cdot f_j$ [WK ⁻¹]	
D01	Vnitřní plastové dveře do 1.06	1,85	1,800	20	-0,067	-0,221	
SN03	Vnitřní dělicí stěna 1.03 / 1.06	1,76	0,604	20	-0,067	-0,071	
D02	Vnitřní plastové dveře do 1.07	1,85	1,800	10	0,267	0,886	
SN03	Vnitřní dělicí stěna 1.03 / 1.07	8,07	0,604	10	0,267	1,300	
P04	Podlaha nad stropem 1.NP	4,01	0,563	20	-0,067	-0,151	
D01	Vnitřní plastové dveře do 1.04	1,85	1,800	15	0,100	0,332	
SN03	Vnitřní dělicí stěna 1.03 / 1.04	5,79	0,604	15	0,100	0,350	
P05	Podlaha nad 1.NP	0,16	0,579	20	-0,067	-0,006	
Celková měrná tep. ztráta/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou:					$H_{T,ij}=\Sigma A_k \cdot U_k \cdot f_j =$		2,418

4. Tepelné ztráty zeminou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	$U_{equiv,k}$ [Wm ⁻² K ⁻¹]	$A_k \cdot U_{equiv,k}$ [WK ⁻¹]	f_{g1} [-]	G_w [-]	$f_{g2}=(\theta_{int,i}-\theta_{m,e}) / (\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]
P02	Podlaha na zemině	6,54	0,160	1,05	1,450	1,000	0,433
$\theta_{m,e}= 5$ (°C)		$\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k} =$		1,05			
Celková měrná tepelná ztráta zeminou:					$H_{T,ig}=(\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot (f_{g1} \cdot G_w \cdot f_{g2}) =$		0,657 [WK ⁻¹]
Celková měrná tepelná ztráta prostupem:					$H_{t,i}=H_{T,ie}+H_{T,iue}+H_{T,ij}+H_{T,ig} =$		3,076 [WK ⁻¹]
Návrhová tepelná ztráta prostupem :					$\Phi_{Ti}=H_{t,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) =$		92,271 [W]

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM				
-------------------------	--	--	--	--

1. Infiltrace přes obálku budovy				
$V_m=$ 20,274 m ³	Třída zastínění	průměrně chráněná	počet oken:	0
$n_{50}=$ 1,0 h ⁻¹	Výška vytápěného prostoru nad terénem:	0-10 [m]	$\epsilon_i=$ 1,0	
Množství vzduchu infiltrace obvodovým pláštěm:			$V_{inf,i}= 2 \cdot V_m \cdot n_{50} \cdot \epsilon_i \cdot \epsilon_i =$	0,000 [m ³ h ⁻¹]

2. Přívod vzduchu pomocí vzduchotechniky				
Teplota přiváděného vzduchu $\theta_{su,i} =$	18	[°C]	$f_{v,i}=$	0,000
Množství vzduchu přiváděného do vytápěného prostoru: $V_{su,i}=$	300	[m ³ h ⁻¹]		
Rozdíl mezi nuceně přiváděným a odváděným vzduchem =	0	[m ³ h ⁻¹] (rovnotlaké větrání)		
Množství vzduchu přívozem vzduchotechniky:	$V_{vzt,i}=V_{su,i} \cdot F_{v,i} + V_{mech,inf,i}=$		0,000	[m ³ h ⁻¹]
Celková měrná tepelná ztráta větráním:			$H_{v,i} = 0,34 \cdot (V_{vzt,i} + V_{inf,i}) =$	0,000 [WK ⁻¹]
Návrhová tepelná ztráta větráním :			$\Phi_{V,i}=H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) =$	0,000 [W]
Celková tepelná ztráta místnosti:			$\Phi_{HL,i} = \Phi_{Ti} + \Phi_{V,i} =$	92,271 [W]

Označení místnosti	Název místnosti	Místo stavby:		Holasice (lokal.: Brno)			
		Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$:		15	[°C]		
1.04	TECHNICKÁ MÍSTNOST 1	Výpočtová vnější teplota θ_e :		-12	[°C]		
TEPELNÉ ZTRÁTY PROTUPEM							
1. Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$H_{T,ie}=A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
		[m ²]	[Wm ⁻² K ⁻¹]	[Wm ⁻² K ⁻¹]	[Wm ⁻² K ⁻¹]	[-]	[WK ⁻¹]
O01	Dvoukřídlé vstupní dveře plastové	4,50	1,000	0,00	1,000	1,0	4,500
O03	Okno s izolačním trojsklem	0,60	0,750	0,00	0,750	1,0	0,450
O04	Okno s izolačním trojsklem	0,65	0,750	0,00	0,750	1,0	0,488
O04	Okno s izolačním trojsklem	0,65	0,750	0,00	0,750	1,0	0,488
F01	Obvodová stěna 1	25,05	0,130	0,02	0,150	1,0	3,757
Celková mětná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí:				$H_{T,ie}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k =$		9,682	
2. Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$H_{T,iue}=A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
		[m ²]	[Wm ⁻² K ⁻¹]	[Wm ⁻² K ⁻¹]	[Wm ⁻² K ⁻¹]	[-]	[WK ⁻¹]
SN03	Vnitřní dělicí stěna 1.04 / 1.05	4,74	0,604	0,02	0,624	0,300	0,888
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor:				$H_{T,iue}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u =$		0,888	
3. Tepelné ztráty/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k	U_k	θ_j	$f_j=(\theta_{int,i}-\theta_j)/(\theta_{int,i}-\theta_e)$	$H_{T,ij}=A_k \cdot U_k \cdot f_j$	
		[m ²]	[Wm ⁻² K ⁻¹]	[°C]	[-]	[WK ⁻¹]	
SN03	Vnitřní dělicí stěna 1.04 / 1.06	6,14	0,604	20	-0,185	-0,687	
P04	Podlaha nad stropem 1.NP	9,41	0,563	20	-0,185	-0,981	
P05	Podlaha nad stropem 1.NP	5,48	0,579	18	-0,111	-0,353	
D01	Vnitřní plastové dveře do 1.03	1,85	1,800	18	-0,111	-0,369	
SN03	Vnitřní dělicí stěna 1.04 / 1.03	5,79	0,604	18	-0,111	-0,389	
SN03	Vnitřní dělicí stěna 1.03 / 1.02	11,35	0,604	18	-0,111	-0,761	
Celková měrná tep. ztráta/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou:				$H_{T,ij}=\Sigma A_k \cdot U_k \cdot f_j =$		-3,539	
4. Tepelné ztráty zeminou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	G_w	$f_{g2}=(\theta_{int,i}-\theta_{m,e})/(\theta_{int,i}-\theta_e)$
		[m ²]	[Wm ⁻² K ⁻¹]	[WK ⁻¹]	[-]	[-]	[-]
P01	Podlaha na zemině	23,04	0,160	3,69	1,450	1,000	0,370
$\theta_{m,e}= 5$ (°C)	$\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k} =$			3,69			
Celková měrná tepelná ztráta zeminou:				$H_{T,ig}=(\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot (f_{g1} \cdot G_w \cdot f_{g2}) =$		1,980 [WK ⁻¹]	
Celková měrná tepelná ztráta prostupem:				$H_{T,i}=H_{T,ie}+H_{T,iue}+H_{T,ij}+H_{T,ig} =$		9,010 [WK ⁻¹]	
Návrhová tepelná ztráta prostupem :				$\Phi_{T,i}=H_{T,i} \cdot (\theta_{int,i}-\theta_e) =$		243,276 [W]	
TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM							
1. Infiltrace přes obálku budovy							
$V_m= 71,424$ m ³	Třída zastínění:	průměrně chráněná		počet oken:	4	$e_i= 0,05$	
$n_{50}= 1,0$ h ⁻¹	Výška vytápěného prostoru nad terénem:		0-10 [m]		$\epsilon_i= 1,0$		
Množství vzduchu infilrací obvodovým pláštěm:			$V_{inf,i}= 2 \cdot V_m \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \epsilon_i =$		7,142 [m ³ h ⁻¹]		
2. Přívod vzduchu pomocí vzduchotechniky							
Teplota přiváděného vzduchu $\theta_{su,i} =$		18 [°C]		$f_{v,i}=$		-0,111	
Množství vzduchu přiváděného do vytápěného prostoru: $V_{su,i}=$		80 [m ³ h ⁻¹]					
Rozdíl mezi nuceně přiváděným a odváděným vzduchem =		0 [m ³ h ⁻¹]		(rovnotlaké větrání)			
Množství vzduchu přívodem vzduchotechniky:		$V_{vzt,i}=V_{su,i} \cdot F_{v,i} + V_{mech,inf,i}=$		-8,889 [m ³ h ⁻¹]			
Celková měrná tepelná ztráta větráním:		$H_{v,i}= 0,34 \cdot (V_{vzt,i} + V_{inf,i}) =$		-0,594 [WK ⁻¹]			
Návrhová tepelná ztráta větráním :		$\Phi_{V,i}=H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i}-\theta_e) =$		-16,033 [W]			
Celková tepelná ztráta místnosti:		$\Phi_{HL,i}= \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} =$		227,243 [W]			

Označení místnosti	Název místnosti	Místo stavby:	Holasice (lokal.: Brno)	
		Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$:	20	[°C]
1.06	SKLAD A SUŠENÍ PRÁDLA	Výpočtová vnější teplota θ_e :	-12	[°C]

TEPELNÉ ZTRÁTY PROTUPEM				
-------------------------	--	--	--	--

1. Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	e_k [-]	$H_{T,ie}=A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ [WK ⁻¹]
O08	Okno s izolačním trojsklem	0,48	0,750	0,00	0,750	1,0	0,360
O08	Okno s izolačním trojsklem	0,48	0,750	0,00	0,750	1,0	0,360
O08	Okno s izolačním trojsklem	0,48	0,750	0,00	0,750	1,0	0,360
F01	Obvodová stěna I	8,67	0,130	0,02	0,150	1,0	1,300
Celková mětná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí:					$H_{T,ie}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k =$		2,380

2. Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	b_u [-]	$H_{T,iue}=A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ [WK ⁻¹]
SN03	Vnitřní dělicí stěna 1.06 / 1.05	8,53	0,604	0,02	0,624	0,409	2,176
Celková mětná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor:					$H_{T,iue}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u =$		2,176

3. Tepelné ztráty/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	θ_j [°C]	$f_j=(\theta_{int,i}-\theta_j)/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]	$H_{T,ij}=A_k \cdot U_k \cdot f_j$ [WK ⁻¹]	
SN01	Vnitřní dělicí stěna 1.06 / 1.07	8,49	0,948	10	0,313	2,516	
D01	Vnitřní dveře do 1.03	1,85	1,800	18	0,063	0,208	
SN03	Vnitřní dělicí stěna 1.06 / 1.03	1,72	0,604	18	0,063	0,065	
SN03	Vnitřní dělicí stěna 1.06 / 1.04	6,14	0,604	15	0,156	0,579	
Celková mětná tep. ztráta/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou:					$H_{T,ij}=\Sigma A_k \cdot U_k \cdot f_j =$		3,368

4. Tepelné ztráty zeminou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	$U_{equiv,k}$ [Wm ⁻² K ⁻¹]	$A_k \cdot U_{equiv,k}$ [WK ⁻¹]	f_{g1} [-]	G_w [-]	$f_{g2}=(\theta_{int,i}-\theta_{m,e}) / (\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]
P01	Podlaha na zemině	8,71	0,160	1,39	1,450	1,000	0,469
$\theta_{m,e}= 5$ (°C)		$\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k} =$		1,39			
Celková mětná tepelná ztráta zeminou:					$H_{T,ig}=(\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot (f_{g1} \cdot G_w \cdot f_{g2}) =$		0,947 [WK ⁻¹]
Celková mětná tepelná ztráta prostupem:					$H_{T,i}=H_{T,ie}+H_{T,iue}+H_{T,ij}+H_{T,ig} =$		8,871 [WK ⁻¹]
Návrhová tepelná ztráta prostupem :					$\Phi_{Ti}=H_{T,i} \cdot (\theta_{int,i}-\theta_e) =$		283,882 [W]

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM				
-------------------------	--	--	--	--

1. Infiltrace přes obálku budovy						
$V_m=$	27,001 m ³	Třída zastínění:	průměrně chráněná	počet oken: 3	$e_i=$	0,05
$n_{50}=$	1,0 h ⁻¹	Výška vytápěného prostoru nad terénem:	0-10 [m]		$e_i=$	1,0
Množství vzduchu infiltrace obvodovým pláštěm:					$V_{inf,i}=2 \cdot V_m \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \epsilon_i =$	2,700 [m ³ h ⁻¹]

2. Přívod vzduchu pomocí vzduchotechniky					
Teplota přiváděného vzduchu $\theta_{su,i} =$		18 [°C]	$f_{v,i}=$		0,063
Množství vzduchu přiváděného do vytápěného prostoru: $V_{su,i}=$		155 [m ³ h ⁻¹]			
Rozdíl mezi nuceně přiváděným a odváděným vzduchem =		0 [m ³ h ⁻¹] (rovnotlaké větrání)			
Množství vzduchu přívodem vzduchotechniky:		$V_{vt,i}=V_{su,i} \cdot F_{v,i} + V_{mech,inf,i}=$	9,688 [m ³ h ⁻¹]		
Celková mětná tepelná ztráta větráním:		$H_{v,i} = 0,34 \cdot (V_{vt,i} + V_{inf,i}) =$	4,212 [WK ⁻¹]		
Návrhová tepelná ztráta větráním :		$\Phi_{V,i}=H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i}-\theta_e) =$	134,777 [W]		
Celková tepelná ztráta místosti:		$\Phi_{HL,i} = \Phi_{Ti} + \Phi_{V,i} =$	418,659 [W]		

Označení místnosti	Název místnosti	Místo stavby:		Holasice (lokal.: Brno)			
		Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$:	10	[°C]			
1.07	SKLAD POTRAVIN A NÁPOJŮ	Výpočtová vnější teplota θ_e :	-12	[°C]			
TEPELNÉ ZTRÁTY PROTUPEM							
1. Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$H_{T,ie}=A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
		[m ²]	[Wm ⁻² K ⁻¹]	[Wm ⁻² K ⁻¹]	[Wm ⁻² K ⁻¹]	[-]	[WK ⁻¹]
O09	Okno s izolačním trojsklem	0,45	0,750	0,00	0,750	1,0	0,338
O09	Okno s izolačním trojsklem	0,45	0,750	0,00	0,750	1,0	0,338
O09	Okno s izolačním trojsklem	0,45	0,750	0,00	0,750	1,0	0,338
F01	Obvodová stěna I	8,83	0,130	0,02	0,150	1,0	1,325
Celková mětná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí:				$H_{T,ie}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k =$		2,338	
2. Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$H_{T,iue}=A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
		[m ²]	[Wm ⁻² K ⁻¹]	[Wm ⁻² K ⁻¹]	[Wm ⁻² K ⁻¹]	[-]	[WK ⁻¹]
-	-	-	-	-	-	-	-
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor:				$H_{T,iue}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u =$		0,000	
3. Tepelné ztráty/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k	U_k	θ_j	$f_j=(\theta_{int,i}-\theta_j)/(\theta_{int,i}-\theta_e)$	$H_{T,ij}=A_k \cdot U_k \cdot f_j$	
		[m ²]	[Wm ⁻² K ⁻¹]	[°C]	[-]	[WK ⁻¹]	
SN01	Vnitřní dělicí stěna 1.07 / 1.06	8,49	0,948	20	-0,455	-3,660	
D02	Vnitřní dveře do 1.03	1,85	1,800	18	-0,364	-1,211	
SN03	Vnitřní dělicí stěna 1.07 / 1.03 a 1.08	17,47	0,604	18	-0,364	-3,837	
P04	Podlaha nad stropem 1.NP	4,47	0,563	20	-0,455	-1,143	
P05	Podlaha nad stropem 1.NP	3,21	0,579	20	-0,455	-0,844	
Celková měrná tep. ztráta/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou:				$H_{T,ij}=\Sigma A_k \cdot U_k \cdot f_j =$		-10,695	
4. Tepelné ztráty zemínou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	G_w	$f_{g2}=(\theta_{int,i}-\theta_{m,e})/(\theta_{int,i}-\theta_e)$
		[m ²]	[Wm ⁻² K ⁻¹]	[WK ⁻¹]	[-]	[-]	[-]
P02	Podlaha na zemině	8,68	0,160	1,39	1,450	1,000	0,227
$\theta_{m,e}= 5$	(°C)	$\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k} =$					
Celková měrná tepelná ztráta zemínou:				$H_{T,ig}=(\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot (f_{g1} \cdot G_w + f_{g2}) =$		0,458 [WK ⁻¹]	
Celková měrná tepelná ztráta prostupem:				$H_{t,i}=H_{T,ie}+H_{T,iue}+H_{T,ij}+H_{T,ig} =$		-7,900 [WK ⁻¹]	
Návrhová tepelná ztráta prostupem :				$\Phi_{T,i}=H_{t,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) =$		-173,803 [W]	
TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM							
1. Infiltrace přes obálku budovy							
$V_m=$	26,908 m ³	Třída zastínění:	průměrně chráněná	počet oken:	2	$e_i=$	0,05
$n_{50}=$	1,0 h ⁻¹	Výška vytápěného prostoru nad terénem:		0-10 [m]		$e_i=$	1,0
Množství vzduchu infiltrace obvodovým pláštěm:				$V_{inf,i}= 2 \cdot V_m \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot e_i =$		2,691 [m ³ h ⁻¹]	
2. Přívod vzduchu pomocí vzduchotechniky							
Teplota přiváděného vzduchu $\theta_{su,i} =$		18 [°C]				$f_{v,i}=$	-0,364
Množství vzduchu přiváděného do vytápěného prostoru: $V_{su,i}=$		55 [m ³ h ⁻¹]					
Rozdíl mezi nuceně přiváděným a odváděným vzduchem =		0 [m ³ h ⁻¹] (rovnotlaké větrání)					
Množství vzduchu přívodem vzduchotechniky:		$V_{vzt,i}=V_{su,i} \cdot F_{v,i} + V_{mech,inf,i}=$		-20,000 [m ³ h ⁻¹]			
Celková měrná tepelná ztráta větráním:				$H_{v,i} = 0,34 \cdot (V_{vzt,i} + V_{inf,i}) =$		-5,885 [WK ⁻¹]	
Návrhová tepelná ztráta větráním :				$\Phi_{v,i}=H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) =$		-129,473 [W]	
Celková tepelná ztráta místnosti:				$\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i} =$		-303,276 [W]	

Označení místnosti	Název místnosti	Místo stavby:				Holasice (lokal.: Brno)	
		Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$:				18	[°C]
1.08	SKLAD ŠKOLKY	Výpočtová vnější teplota θ_e :				-12	[°C]
TEPELNÉ ZTRÁTY PROTUPEM							
1. Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [W m ⁻² K ⁻¹]	ΔU [W m ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [W m ⁻² K ⁻¹]	e_k [-]	$H_{T,ie}=A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ [WK ⁻¹]
O08	Okno s izolačním trojsklem	0,48	0,750	0,00	0,750	1,0	0,356
O08	Okno s izolačním trojsklem	0,48	0,750	0,00	0,750	1,0	0,356
O08	Okno s izolačním trojsklem	0,48	0,750	0,00	0,750	1,0	0,356
F01	Obvodová stěna 1	7,04	0,130	0,02	0,150	1,0	1,056
S02	Plochá střecha	0,80	0,115	0,02	0,135	1,0	0,108
Celková mětná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí:				$H_{T,ie}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k =$ 2,233			
2. Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [W m ⁻² K ⁻¹]	ΔU [W m ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [W m ⁻² K ⁻¹]	b_u [-]	$H_{T,iue}=A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ [WK ⁻¹]
-	-	-	-	-	-	-	-
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor:				$H_{T,iue}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u =$ 0,000			
3. Tepelné ztráty/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [W m ⁻² K ⁻¹]	θ_j [°C]	$f_j=(\theta_{int,i} - \theta_j)/(\theta_{int,i} - \theta_e)$ [-]	$H_{T,ij}=A_k \cdot U_k \cdot f_j$ [WK ⁻¹]	
SN03	Vnitřní dělicí stěna 1.08 / 1.07	9,49	0,604	10	0,267	1,528	
P05	Podlaha nad stropem 1.NP	3,85	0,579	20	-0,067	-0,149	
Celková měrná tep. ztráta/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou:				$H_{T,ij}=\Sigma A_k \cdot U_k \cdot f_j =$ 1,379			
4. Tepelné ztráty zeminou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	$U_{equiv,k}$ [W m ⁻² K ⁻¹]	$A_k \cdot U_{equiv,k}$ [WK ⁻¹]	f_{g1} [-]	G_w [-]	$f_{g2}=(\theta_{int,i} - \theta_{m,e}) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$ [-]
P02	Podlaha na zemině	9,65	0,160	1,54	1,450	1,000	0,433
$\theta_{m,e}=$ 5	(°C)	$\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k} =$		1,54			
Celková měrná tepelná ztráta zeminou:				$H_{T,ig}=(\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot (f_{g1} \cdot G_w \cdot f_{g2}) =$ 0,970 [WK ⁻¹]			
Celková měrná tepelná ztráta prostupem:				$H_{t,i}=H_{T,ie}+H_{T,iue}+H_{T,ij}+H_{T,ig} =$ 4,582 [WK ⁻¹]			
Návrhová tepelná ztráta prostupem :				$\Phi_{Ti}=H_{t,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) =$ 137,470 [W]			
TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM							
1. Infiltrace přes obálku budovy							
$V_m=$ 29,915	m ³	Třída zastínění:	průměrně chráněná	počet oken:	2	$e_i=$ 0,05	
$n_{50}=$ 1,0	h ⁻¹	Výška vytápěného prostoru nad terénem:		0-10 [m]		$\epsilon_i=$ 1,0	
Množství vzduchu infilrací obvodovým pláštěm:				$V_{inf,i}= 2 \cdot V_m \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \epsilon_i =$ 2,992 [m ³ h ⁻¹]			
2. Přívod vzduchu pomocí vzduchotechniky							
Teplota přiváděného vzduchu $\theta_{su,i} =$		18 [°C]		$f_{v,i}=$ 0,000			
Množství vzduchu přiváděného do vytápěného prostoru: $V_{su,i}=$		100 [m ³ h ⁻¹]					
Rozdíl mezi nuceně přiváděným a odváděným vzduchem =		0 [m ³ h ⁻¹] (rovnotlaké větrání)					
Množství vzduchu přívodem vzduchotechniky:		$V_{vt,i}=V_{su,i} \cdot F_{v,i} + V_{mech,inf,i}=$				0,000	[m ³ h ⁻¹]
Celková měrná tepelná ztráta větráním:		$H_{v,i}= 0,34 \cdot (V_{vt,i} + V_{inf,i}) =$				1,017	[WK ⁻¹]
Návrhová tepelná ztráta větráním :		$\Phi_{v,i}=H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				30,513	[W]
Celková tepelná ztráta místosti:		$\Phi_{HL,i}= \Phi_{Ti} + \Phi_{v,i} =$				167,983	[W]

Označení místnosti	Název místnosti	Místo stavby:		Holasice (lokál: Brno)			
		Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$:		18	[°C]		
1.09	ÚKLIDOVÁ KOMORA 1	Výpočtová vnější teplota θ_e :		-12	[°C]		
TEPELNÉ ZTRÁTY PROTUPEM							
1. Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	e_k [-]	$H_{T,ie}=A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ [WK ⁻¹]
-	-	-	-	-	-	-	-
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí:				$H_{T,ie}=\sum A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k =$		0,000	
2. Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	b_u [-]	$H_{T,iue}=A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ [WK ⁻¹]
-	-	-	-	-	-	-	-
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor:				$H_{T,iue}=\sum A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u =$		0,000	
3. Tepelné ztráty/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	θ_j [°C]	$f_j=(\theta_{int,i}-\theta_j)/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]	$H_{T,ij}=A_k \cdot U_k \cdot f_j$ [WK ⁻¹]	
-	-	-	-	-	-	-	
Celková měrná tep. ztráta/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou:				$H_{T,ij}=\sum A_k \cdot U_k \cdot f_j =$		0,000	
4. Tepelné ztráty zemínou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	$U_{equiv,k}$ [Wm ⁻² K ⁻¹]	$A_k \cdot U_{equiv,k}$ [WK ⁻¹]	f_{g1} [-]	G_w [-]	$f_{g2}=(\theta_{int,i}-\theta_{m,e})/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]
P01	Podlaha na zemině	1,19	0,160	0,19	1,450	1,000	0,433
$\theta_{m,e}= 5$	(°C)	$\sum A_k \cdot U_{equiv,k} =$		0,19			
Celková měrná tepelná ztráta zemínou:				$H_{T,ig}=(\sum A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot (f_{g1} \cdot G_w \cdot f_{g2}) =$		0,120 [WK ⁻¹]	
Celková měrná tepelná ztráta prostupem:				$H_{t,i}=H_{T,ie}+H_{T,iue}+H_{T,ij}+H_{T,ig} =$		0,120 [WK ⁻¹]	
Návrhová tepelná ztráta prostupem :				$\Phi_{T,i}=H_{t,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) =$		3,589 [W]	
TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM							
1. Infiltrace přes obálku budovy							
$V_m= 3,689$	m ³	Třída zastínění:	průměrně chráněná	počet oken:	0	$e_i= 0$	
$n_{50}= 1,0$	h ⁻¹	Výška vytápěného prostoru nad terénem:	0-10 [m]			$\epsilon_i= 1,0$	
Množství vzduchu infiltrace obvodovým pláštěm:				$V_{inf,i}= 2 \cdot V_m \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \epsilon_i =$		0,000 [m ³ h ⁻¹]	
2. Přívod vzduchu pomocí vzduchotechniky							
Teplota přiváděného vzduchu $\theta_{su,i} =$		18 [°C]		$f_{v,i}=$		0,000	
Množství vzduchu přiváděného do vytápěného prostoru: $V_{su,i}=$		0 [m ³ h ⁻¹]					
Rozdíl mezi nuceně přiváděným a odváděným vzduchem =		0 [m ³ h ⁻¹] (rovnotlaké větrání)					
Množství vzduchu přívodem vzduchotechniky:				$V_{vzt,i}=V_{su,i} \cdot F_{v,i} + V_{mech,inf,i}=$		0,000 [m ³ h ⁻¹]	
Celková měrná tepelná ztráta větráním:				$H_{v,i} = 0,34 \cdot (V_{vzt,i} + V_{inf,i}) =$		0,000 [WK ⁻¹]	
Návrhová tepelná ztráta větráním :				$\Phi_{V,i}=H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) =$		0,000 [W]	
Celková tepelná ztráta místnosti:				$\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} =$		3,589 [W]	

Označení místnosti	Název místnosti	Místo stavby:				Holasice (lokal.: Brno)	
		Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$:				18	[°C]
		Výpočtová vnější teplota θ_e :				-12	[°C]
1.10	CHODBA 2						
TEPELNÉ ZTRÁTY PROTUPEM							
1. Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	e_k [-]	$H_{T,ie}=A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ [WK ⁻¹]
O08	Okno s izolačním trojsklem	0,48	0,750	0,02	0,770	1,0	0,366
O08	Okno s izolačním trojsklem	0,48	0,750	0,02	0,770	1,0	0,366
F01	Obvodová stěna 1	5,35	0,130	0,02	0,150	1,0	0,803
S02	Plochá střecha	12,72	0,115	0,02	0,135	1,0	1,717
Celková mětná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí:				$H_{T,ie}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k =$ 3,251			
2. Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	b_u [-]	$H_{T,iue}=A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ [WK ⁻¹]
SN03	Vnitřní dělicí stěna 1.10 / 1.11	2,57	0,115	0,02	0,135	0,280	0,097
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor:				$H_{T,iue}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u =$ 0,097			
3. Tepelné ztráty/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	θ_j [°C]	$f_j=(\theta_{int,i}-\theta_j)/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]	$H_{T,ij}=A_k \cdot U_k \cdot f_j$ [WK ⁻¹]	
D01	Vnitřní plastové dveře do 1.12	1,85	1,800	20	-0,067	-0,222	
SN03	Vnitřní dělicí stěna 1.10 / 1.12	2,77	0,604	20	-0,067	-0,112	
SN03	Vnitřní dělicí stěna 1.10 / 1.13 a 1.14	6,24	0,604	24	-0,200	-0,754	
D02	Vnitřní plastové dveře do 1.15	1,85	1,800	20	-0,067	-0,222	
D06	Vnitřní dřevěné dveře do 1.16	1,64	2,000	20	-0,067	-0,219	
D07	Vnitřní dřevěné dveře do 1.17	1,64	2,000	20	-0,067	-0,219	
SN03	Vnitřní dělicí stěna 1.10/1.15,1.16,1.17	6,19	0,604	20	-0,067	-0,249	
Celková měrná tep. ztráta/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou:				$H_{T,ij}=\Sigma A_k \cdot U_k \cdot f_j=$ -1,996			
4. Tepelné ztráty zeminou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	$U_{equiv,k}$ [Wm ⁻² K ⁻¹]	$A_k \cdot U_{equiv,k}$ [WK ⁻¹]	f_{g1} [-]	G_w [-]	$f_{g2}=(\theta_{int,i}-\theta_{m,e}) / (\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]
P02	Podlaha na zemině	12,72	0,160	2,04	1,450	1,000	0,433
$\theta_{m,e}=5$ (°C)	$\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k} =$ 2,04						
Celková měrná tepelná ztráta zeminou:				$H_{T,jg}=(\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot (f_{g1} \cdot G_w \cdot f_{g2}) =$ 1,279 [WK ⁻¹]			
Celková měrná tepelná ztráta prostupem:				$H_{t,i}=H_{T,ie}+H_{T,iue}+H_{T,ij}+H_{T,jg} =$ 2,631 [WK ⁻¹]			
Návrhová tepelná ztráta prostupem :				$\Phi_{Ti}=H_{t,i} \cdot (\theta_{int,i}-\theta_e) =$ 78,939 [W]			
TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM							
1. Infiltrace přes obálku budovy							
$V_m=$ 29,915 m ³	Třída zastínění:	průměrně chráněná		počet oken:	2	$e_i=$ 0,05	
$n_{50}=$ 1,0 h ⁻¹	Výška vytápěného prostoru nad terénem:			0-10 [m]		$\epsilon_i=$ 1,0	
Množství vzduchu infiltrace obvodovým pláštěm:				$V_{inf,i}= 2 \cdot V_m \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \epsilon_i =$ 2,992 [m ³ h ⁻¹]			
2. Přívod vzduchu pomocí vzduchotechniky							
Teplota přiváděného vzduchu $\theta_{su,i} =$ 18 [°C]						$f_{v,i}=$ 0,000	
Množství vzduchu přiváděného do vytápěného prostoru: $V_{su,i}=$ 155 [m ³ h ⁻¹]							
Rozdíl mezi nuceně přiváděným a odváděným vzduchem = 0 [m ³ h ⁻¹] (rovnotlaké větrání)							
Množství vzduchu přívodem vzduchotechniky:		$V_{vt,i}=V_{su,i} \cdot F_{v,i} + V_{mech,inf,i}=$ 0,000 [m ³ h ⁻¹]					
Celková měrná tepelná ztráta větráním:		$H_{v,i}= 0,34 \cdot (V_{vt,i} + V_{inf,i}) =$ 1,017 [WK ⁻¹]					
Návrhová tepelná ztráta větráním :		$\Phi_{V,i}=H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i}-\theta_e) =$ 30,513 [W]					
Celková tepelná ztráta místnosti:		$\Phi_{HL,i}= \Phi_{Ti} + \Phi_{V,i} =$ 109,453 [W]					

Označení místnosti	Název místnosti	Místo stavby:		Holasice (lokal.: Brno)			
		Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$:		20	[°C]		
1.12	ŠATNA MUŽI	Výpočtová vnější teplota θ_e :		-12	[°C]		
TEPELNÉ ZTRÁTY PROTUPEM							
1. Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	e_k [-]	$H_{T,ie}=A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ [WK ⁻¹]
S02	Plochá střecha	4,32	0,115	0,02	0,135	1,0	0,583
Celková mětná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí:				$H_{T,ie}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k =$		0,583	
2. Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	b_u [-]	$H_{T,iue}=A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ [WK ⁻¹]
F03	Vnější mezi sousední budovou	4,16	0,266	0,02	0,286	0,156	0,186
SN03	Vnitřní dělicí stěna 1.12 / 1.11	5,98	0,115	0,02	0,135	0,325	0,262
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor:				$H_{T,iue}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u =$		0,448	
3. Tepelné ztráty/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	θ_j [°C]	$f_j=(\theta_{int,i}-\theta_j)/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]	$H_{T,ij}=A_k \cdot U_k \cdot f_j$ [WK ⁻¹]	
D01	Vnitřní plastové dveře do 1.10	1,85	1,800	18	0,063	0,208	
SN03	Vnitřní dělicí stěna 1.12 / 1.10	2,77	0,604	18	0,063	0,105	
D06	Vnitřní dřevěné dveře do 1.13	1,64	2,000	24	-0,125	-0,410	
SN01	Vnitřní dělicí stěna 1.12 / 1.13	4,34	0,948	24	-0,125	-0,514	
Celková měrná tep. ztráta/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou:				$H_{T,ij}=\Sigma A_k \cdot U_k \cdot f_j =$		-0,612	
4. Tepelné ztráty zeminou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	$U_{equiv,k}$ [Wm ⁻² K ⁻¹]	$A_k \cdot U_{equiv,k}$ [WK ⁻¹]	f_{g1} [-]	G_w [-]	$f_{g2}=(\theta_{int,i}-\theta_{m,e})/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]
P02	Podlaha na zemině	3,31	0,160	0,53	1,450	1,000	0,469
$\theta_{m,e}=$ 5 (°C)	$\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k} =$			0,53			
Celková měrná tepelná ztráta zeminou:				$H_{T,ig}=(\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot (f_{g1} \cdot G_w + f_{g2}) =$		0,360 [WK ⁻¹]	
Celková měrná tepelná ztráta prostupem:				$H_{ti}=H_{T,ie}+H_{T,iue}+H_{T,ij}+H_{T,ig} =$		0,780 [WK ⁻¹]	
Návrhová tepelná ztráta prostupem :				$\Phi_{Ti}=H_{ti} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) =$		24,945 [W]	
TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM							
1. Infiltrace přes obálku budovy							
$V_m=$ 11,388 m ³	Třída zastínění: průměrně chráněná	počet oken: 0		$e_i=$ 0			
$n_{50}=$ 1,0 h ⁻¹	Výška vytápěného prostoru nad terénem: 0-10 [m]			$\epsilon_i=$ 1,0			
Množství vzduchu infilrací obvodovým pláštěm:		$V_{inf,i} = 2 \cdot V_m \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \epsilon_i =$		0,000		[m ³ h ⁻¹]	
2. Přívod vzduchu pomocí vzduchotechniky							
Teplota přiváděného vzduchu $\theta_{su,i} =$ 18 [°C]				$f_{v,i}=$ 0,063			
Množství vzduchu přiváděného do vytápěného prostoru: $V_{su,i}=$ 110		[m ³ h ⁻¹]					
Rozdíl mezi nuceně přiváděným a odváděným vzduchem = 0		[m ³ h ⁻¹] (rovnotlaké větrání)					
Množství vzduchu přívodem vzduchotechniky:		$V_{vzt,i}=V_{su,i} \cdot F_{v,i} + V_{mech,inf,i}=$ 6,875		[m ³ h ⁻¹]			
Celková měrná tepelná ztráta větráním:		$H_{v,i} = 0,34 \cdot (V_{vzt,i} + V_{inf,i}) =$ 2,338		[WK ⁻¹]			
Návrhová tepelná ztráta větráním :		$\Phi_{v,i}=H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) =$ 74,800		[W]			
Celková tepelná ztráta místnosti:		$\Phi_{HL,i} = \Phi_{Ti} + \Phi_{v,i} =$ 99,745		[W]			

Označení místnosti	Název místnosti	Místo stavby:	Holasice (lokal.: Brno)				
		Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$:	24	[°C]			
1.13	SPRCHA MUŽI	Výpočtová vnější teplota θ_e :	-12	[°C]			
TEPELNÉ ZTRÁTY PROTUPEM							
1. Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	e_k [-]	$H_{T,ie}=A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ [WK ⁻¹]
S02	Plochá střecha	2,80	0,115	0,02	0,135	1,0	0,378
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí:			$H_{T,ie}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k =$			0,378	
2. Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	b_u [-]	$H_{T,iue}=A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ [WK ⁻¹]
F03	Vnější mezi sousední budovou	3,12	0,266	0,02	0,286	0,250	0,223
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor:			$H_{T,iue}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u =$			0,223	
3. Tepelné ztráty/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	θ_j [°C]	$f_j=(\theta_{int,i}-\theta_j)/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]	$H_{T,ij}=A_k \cdot U_k \cdot f_j$ [WK ⁻¹]	
SN03	Vnitřní dělicí stěna 1.13 / 1.10	3,12	0,604	18	0,167	0,314	
D06	Vnitřní dřevěné dveře do 1.12	1,64	2,000	20	0,111	0,364	
SN01	Vnitřní dělicí stěna 1.13 / 1.12	4,34	0,948	20	0,111	0,457	
Celková měrná tep. ztráta/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou:			$H_{T,ij}=\Sigma A_k \cdot U_k \cdot f_j =$			1,136	
4. Tepelné ztráty zeminou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	$U_{equiv,k}$ [Wm ⁻² K ⁻¹]	$A_k \cdot U_{equiv,k}$ [WK ⁻¹]	f_{g1} [-]	G_w [-]	$f_{g2}=(\theta_{int,i}-\theta_{m,e}) / (\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]
P01	Podlaha na zemině	2,80	0,160	0,45	1,450	1,000	0,528
$\theta_{m,e}=$	5 (°C)	$\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k} =$		0,45			
Celková měrná tepelná ztráta zeminou:			$H_{T,ig}=(\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot (f_{g1} \cdot G_w \cdot f_{g2}) =$			0,343 [WK ⁻¹]	
Celková měrná tepelná ztráta prostupem:			$H_{Ti}=H_{T,ie}+H_{T,iue}+H_{T,ij}+H_{T,ig} =$			2,080 [WK ⁻¹]	
Návrhová tepelná ztráta prostupem :			$\Phi_{Ti}=H_{Ti} \cdot (\theta_{int,i}-\theta_e) =$			74,865 [W]	
TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM							
1. Infiltrace přes obálku budovy							
$V_m=$	7,280 m ³	Třída zastínění:	průměrně chráněná	počet oken: 0	$e_i=$	0	
$n_{50}=$	1,0 h ⁻¹	Výška vytápěného prostoru nad terénem:	0-10 [m]		$\varepsilon_i=$	1,0	
Množství vzduchu infilrací obvodovým pláštěm:			$V_{inf,i}=2 \cdot V_m \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i =$			0,000 [m ³ h ⁻¹]	
2. Přívod vzduchu pomocí vřduchotechniky							
Teplota přiváděného vzduchu $\theta_{su,i} =$	20 [°C]				$f_{v,i}=$	0,111	
Množství vzduchu přiváděného do vytápěného prostoru: $V_{su,i}=$	110 [m ³ h ⁻¹]						
Rozdíl mezi nuceně přiváděným a odváděným vzduchem =	0 [m ³ h ⁻¹] (rovnotlaké větrání)						
Množství vzduchu přívodem vřduchotechniky:			$V_{vzt,i}=V_{su,i} \cdot F_{v,i} + V_{mech,inf,i}=$			12,222 [m ³ h ⁻¹]	
Celková měrná tepelná ztráta větráním:			$H_{v,i}=0,34 \cdot (V_{vzt,i} + V_{inf,i}) =$			4,156 [WK ⁻¹]	
Návrhová tepelná ztráta větráním :			$\Phi_{V,i}=H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i}-\theta_e) =$			149,600 [W]	
Celková tepelná ztráta místnosti:			$\Phi_{HL,i} = \Phi_{Ti} + \Phi_{V,i} =$			224,465 [W]	

Označení místnosti	Název místnosti	Místo stavby:		Holasice (lokal.: Brno)			
		Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$:		24	[°C]		
1.14	SPRCHA ŽENY	Výpočtová vnější teplota θ_e :		-12	[°C]		
TEPELNÉ ZTRÁTY PROTUPEM							
1. Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [W m ⁻² K ⁻¹]	ΔU [W m ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [W m ⁻² K ⁻¹]	e_k [-]	$H_{T,ie}=A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ [WK ⁻¹]
S02	Plochá střecha	2,87	0,115	0,02	0,135	1,0	0,387
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí:				$H_{T,ie}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k =$			0,387
2. Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [W m ⁻² K ⁻¹]	ΔU [W m ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [W m ⁻² K ⁻¹]	b_u [-]	$H_{T,iue}=A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ [WK ⁻¹]
F03	Vnější mezi sousední budovou	3,12	0,266	0,02	0,286	0,250	0,223
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor:				$H_{T,iue}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u =$			0,223
3. Tepelné ztráty/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [W m ⁻² K ⁻¹]	θ_j [°C]	$f_j=(\theta_{int,i}-\theta_j)/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]	$H_{T,ij}=A_k \cdot U_k \cdot f_j$ [WK ⁻¹]	
SN03	Vnitřní dělicí stěna 1.14 / 1.10	3,12	0,604	18	0,167	0,314	
D07	Vnitřní dřevěné dveře do 1.15	1,64	2,000	20	0,111	0,364	
SN01	Vnitřní dělicí stěna 1.13/1.15	4,64	0,948	20	0,111	0,489	
Celková měrná tep. ztráta/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou:				$H_{T,ij}=\Sigma A_k \cdot U_k \cdot f_j =$			1,167
4. Tepelné ztráty zeminou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	$U_{equiv,k}$ [W m ⁻² K ⁻¹]	$A_k \cdot U_{equiv,k}$ [WK ⁻¹]	f_{g1} [-]	G_w [-]	$f_{g2}=(\theta_{int,i}-\theta_{m,e})/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]
P01	Podlaha na zemině	2,87	0,160	0,46	1,450	1,000	0,528
$\theta_{m,e}= 5$ (°C)	$\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k} =$			0,46			
Celková měrná tepelná ztráta zeminou:				$H_{T,ig}=(\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot (f_{g1} \cdot G_w + f_{g2}) =$			0,351 [WK ⁻¹]
Celková měrná tepelná ztráta prostupem:				$H_{t,i}=H_{T,ie}+H_{T,iue}+H_{T,ij}+H_{T,ig} =$			2,129 [WK ⁻¹]
Návrhová tepelná ztráta prostupem :				$\Phi_{Ti}=H_{t,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) =$			76,648 [W]
TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM							
1. Infiltrace přes obálku budovy							
$V_m= 7,462$ m ³	Třída zastínění: průměrně chráněná	počet oken: 0		$e_i= 0$			
$n_{50}= 1,0$ h ⁻¹	Výška vytápěného prostoru nad terénem: 0-10 [m]				$\epsilon_i= 1,0$		
Množství vzduchu infiltrace obvodovým pláštěm:				$V_{inf,i}= 2 \cdot V_m \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \epsilon_i =$			0,000 [m ³ h ⁻¹]
2. Přívod vzduchu pomocí vдуchotechniky							
Teplota přiváděného vzduchu $\theta_{su,i} =$		20	[°C]	$f_{v,i}=$			0,111
Množství vzduchu přiváděného do vytápěného prostoru: $V_{su,i}=$			110	[m ³ h ⁻¹]			
Rozdíl mezi nuceně přiváděným a odváděným vzduchem =			0	[m ³ h ⁻¹] (rovnotlaké větrání)			
Množství vzduchu přívodem vдуchotechniky:				$V_{vz,i}=V_{su,i} \cdot F_{v,i} + V_{mech,inf,i}=$			12,222 [m ³ h ⁻¹]
Celková měrná tepelná ztráta větráním:				$H_{v,i}= 0,34 \cdot (V_{vz,i} + V_{inf,i}) =$			4,156 [WK ⁻¹]
Návrhová tepelná ztráta větráním :				$\Phi_{v,i}=H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) =$			149,600 [W]
Celková tepelná ztráta místosti:				$\Phi_{HL,i}= \Phi_{Ti} + \Phi_{v,i} =$			226,248 [W]

Označení místnosti	Název místnosti	Místo stavby:	Holasice (lokal.: Brno)				
		Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$:	20	[°C]			
1.15	ŠATNA ŽENY	Výpočtová vnější teplota θ_e :	-12	[°C]			
TEPELNÉ ZTRÁTY PROTUPEM							
1. Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	e_k [-]	$H_{T,ie}=A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ [WK ⁻¹]
S02	Plochá střecha	4,51	0,115	0,02	0,135	1,0	0,609
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí:				$H_{T,ie}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k =$		0,609	
2. Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	b_u [-]	$H_{T,iue}=A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ [WK ⁻¹]
F03	Vnější mezi sousední budovou	4,81	0,266	0,02	0,286	0,156	0,215
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor:				$H_{T,iue}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u =$		0,215	
3. Tepelné ztráty/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	θ_j [°C]	$f_j=(\theta_{int,i}-\theta_j)/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]	$H_{T,ij}=A_k \cdot U_k \cdot f_j$ [WK ⁻¹]	
D03	Vnitřní dřevěné dveře do 1.10	1,85	2,000	18	0,063	0,231	
SN03	Vnitřní dělicí stěna 1.15 / 1.10	2,96	0,604	18	0,063	0,112	
D07	Vnitřní dřevěné dveře do 1.14	1,64	2,000	24	-0,125	-0,410	
SN01	Vnitřní dělicí stěna 1.15 / 1.14	4,64	0,948	24	-0,125	-0,550	
Celková měrná tep. ztráta/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou:				$H_{T,ij}=\Sigma A_k \cdot U_k \cdot f_j =$		-0,617	
4. Tepelné ztráty zeminou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	$U_{equiv,k}$ [Wm ⁻² K ⁻¹]	$A_k \cdot U_{equiv,k}$ [WK ⁻¹]	f_{g1} [-]	G_w [-]	$f_{g2}=(\theta_{int,i}-\theta_{m,e}) / (\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]
P02	Podlaha na zemině	4,51	0,160	0,72	1,450	1,000	0,469
$\theta_{m,e}= 5$ [°C]		$\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k} =$		0,72			
Celková měrná tepelná ztráta zeminou:				$H_{T,ig}=(\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot (f_{g1} \cdot G_w \cdot f_{g2}) =$		0,490 [WK ⁻¹]	
Celková měrná tepelná ztráta prostupem:				$H_{t,i}=H_{T,ie}+H_{T,iue}+H_{T,ij}+H_{T,ig} =$		0,697 [WK ⁻¹]	
Návrhová tepelná ztráta prostupem :				$\Phi_{Ti}=H_{t,i} \cdot (\theta_{int,i}-\theta_e) =$		22,310 [W]	
TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM							
1. Infiltrace přes obálku budovy							
$V_m=$	11,726 m ³	Třída zastínění:	průměrně chráněná	počet oken:	0	$e_i=$	0
$n_{50}=$	1,0 h ⁻¹	Výška vytápěného prostoru nad terénem:	0-10 [m]			$\epsilon_i=$	1,0
Množství vzduchu infiltračním obvodovým pláštěm:				$V_{inf,i}=2 \cdot V_m \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \epsilon_i =$		0,000 [m ³ h ⁻¹]	
2. Přívod vzduchu pomocí vzduchotechniky							
Teplota přiváděného vzduchu $\theta_{su,i} =$	18 [°C]				$f_{v,i}=$	0,063	
Množství vzduchu přiváděného do vytápěného prostoru: $V_{su,i}=$	110 [m ³ h ⁻¹]						
Rozdíl mezi nuceně přiváděným a odváděným vzduchem =	0 [m ³ h ⁻¹] (rovnotlaké větrání)						
Množství vzduchu přívodem vzduchotechniky:				$V_{vz,i}=V_{su,i} \cdot F_{v,i} + V_{mech,inf,i}=$		6,875 [m ³ h ⁻¹]	
Celková měrná tepelná ztráta větráním:				$H_{v,i}=0,34 \cdot (V_{vz,i} + V_{inf,i}) =$		2,338 [WK ⁻¹]	
Návrhová tepelná ztráta větráním :				$\Phi_{V,i}=H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i}-\theta_e) =$		74,800 [W]	
Celková tepelná ztráta místnosti:				$\Phi_{HL,i}=\Phi_{Ti} + \Phi_{V,i} =$		97,110 [W]	

Označení místnosti	Název místnosti	Místo stavby:	Holasice (lokal.: Brno)
		Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$:	20 [°C]
1.16	WC PERSONÁL ŽENY 1	Výpočtová vnější teplota θ_e :	-12 [°C]

TEPELNÉ ZTRÁTY PROTUPEM							
-------------------------	--	--	--	--	--	--	--

1. Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	e_k [-]	$H_{T,ie}=A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ [WK ⁻¹]
S02	Plochá střecha	3,09	0,115	0,02	0,135	1,0	0,417
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí:					$H_{T,ie}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k =$		0,417

2. Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	b_u [-]	$H_{T,iue}=A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ [WK ⁻¹]
F03	Vnější mezi sousední budovou	3,32	0,266	0,02	0,286	0,156	0,148
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor:					$H_{T,iue}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u =$		0,148

3. Tepelné ztráty/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	θ_j [°C]	$f_j=(\theta_{int,i}-\theta_j)/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]	$H_{T,ij}=A_k \cdot U_k \cdot f_j$ [WK ⁻¹]	
D06	Vnitřní dřevěné dveře do 1.10	1,64	2,000	18	0,063	0,205	
SN03	Vnitřní dělicí stěna 1.16 / 1.10	1,68	0,604	18	0,063	0,063	
Celková měrná tep. ztráta/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou:					$H_{T,ij}=\Sigma A_k \cdot U_k \cdot f_j =$		0,268

4. Tepelné ztráty zeminou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	$U_{equiv,k}$ [Wm ⁻² K ⁻¹]	$A_k \cdot U_{equiv,k}$ [WK ⁻¹]	f_{g1} [-]	G_w [-]	$f_{g2}=(\theta_{int,i}-\theta_{m,e})/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]
P02	Podlaha na zemině	3,09	0,160	0,49	1,450	1,000	0,469
$\theta_{m,e}=$	5 (°C)	$\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k} =$		0,49			
Celková měrná tepelná ztráta zeminou:				$H_{T,ig}=(\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot (f_{g1} \cdot G_w \cdot f_{g2}) =$		0,336 [WK ⁻¹]	

Celková měrná tepelná ztráta prostupem:				$H_{ti}=H_{T,ie}+H_{T,iue}+H_{T,ij}+H_{T,ig} =$				1,169 [WK ⁻¹]
---	--	--	--	---	--	--	--	----------------------------

Návrhová tepelná ztráta prostupem :				$\Phi_{Ti}=H_{ti} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				37,418 [W]
-------------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--------------

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM							
-------------------------	--	--	--	--	--	--	--

1. Infiltrace přes obálku budovy								
$V_m=$	8,340	m ³	Třída zastínění	průměrně chráněná	počet oken:	0	$e_i=$ 0	
$n_{50}=$	1,0	h ⁻¹	Výška vytápěného prostoru nad terénem:	0-10 [m]			$\epsilon_i=$ 1,0	
Množství vzduchu infiltrace obvodovým pláštěm:					$V_{inf,i}=2 \cdot V_m \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \epsilon_i =$			0,000 [m ³ h ⁻¹]

2. Přívod vzduchu pomocí vzduchotechniky								
Teplota přiváděného vzduchu $\theta_{su,i} =$		18	[°C]	$f_{v,i}=$		0,063		
Množství vzduchu přiváděného do vytápěného prostoru: $V_{su,i}=$		50	[m ³ h ⁻¹]					
Rozdíl mezi nuceně přiváděným a odváděným vzduchem =		0	[m ³ h ⁻¹]	(rovnotlaké větrání)				
Množství vzduchu přívodem vzduchotechniky:				$V_{vzt,i}=V_{su,i} \cdot F_{v,i} + V_{mech,inf,i}=$				3,125 [m ³ h ⁻¹]
Celková měrná tepelná ztráta větráním:				$H_{v,i}=0,34 \cdot (V_{vzt,i} + V_{inf,i}) =$				1,063 [WK ⁻¹]
Návrhová tepelná ztráta větráním :				$\Phi_{V,i}=H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) =$				34,000 [W]
Celková tepelná ztráta místnosti:				$\Phi_{HL,i} = \Phi_{Ti} + \Phi_{V,i} =$				71,418 [W]

Označení místnosti	Název místnosti	Místo stavby:	Holasice (lokál.: Brno)	
		Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$:	20	[°C]
1.17	WC PERSONÁL MUŽI 1	Výpočtová vnější teplota θ_e :	-12	[°C]

TEPELNÉ ZTRÁTY PROTUPEM				
-------------------------	--	--	--	--

1. Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí								
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	e_k [-]	$H_{T,ie}=A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ [WK ⁻¹]	
S02	Plochá střecha	3,04	0,115	0,02	0,135	1,0	0,410	
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí:					$H_{T,ie}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k =$			0,410

2. Tepelné ztráty nevytápěným prostorem								
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	b_u [-]	$H_{T,iue}=A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ [WK ⁻¹]	
F03	Vnější mezi sousední budovou	3,22	0,266	0,02	0,286	0,156	0,144	
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor:					$H_{T,iue}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u =$			0,144

3. Tepelné ztráty/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou								
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	θ_j [°C]	$f_j=(\theta_{int,i}-\theta_j)/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]	$H_{T,ij}=A_k \cdot U_k \cdot f_j$ [WK ⁻¹]		
D07	Vnitřní dřevěné dveře do 1.10	1,64	2,000	18	0,063	0,205		
SN03	Vnitřní dělicí stěna 1.17 / 1.10	1,58	0,604	18	0,063	0,060		
SN03	Vnitřní dělicí stěna 1.17 / 1.18	6,37	0,604	18	0,063	0,240		
Celková měrná tep. ztráta/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou:					$H_{T,ij}=\Sigma A_k \cdot U_k \cdot f_j =$			0,505

4. Tepelné ztráty zeminou								
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	$U_{equiv,k}$ [Wm ⁻² K ⁻¹]	$A_k \cdot U_{equiv,k}$ [WK ⁻¹]	f_{g1} [-]	G_w [-]	$f_{g2}=(\theta_{int,i}-\theta_{m,e}) / (\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]	
P02	Podlaha na zemině	3,04	0,160	0,49	1,450	1,000	0,469	
$\theta_{m,e}= 5$ [°C]		$\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k} =$		0,49				
Celková měrná tepelná ztráta zeminou:					$H_{T,ig}=(\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot (f_{g1} \cdot G_w \cdot f_{g2}) =$			0,331 [WK ⁻¹]
Celková měrná tepelná ztráta prostupem:					$H_{Ti}=H_{T,ie}+H_{T,iue}+H_{T,ij}+H_{T,ig} =$			1,390 [WK ⁻¹]
Návrhová tepelná ztráta prostupem :					$\Phi_{Ti}=H_{Ti} \cdot (\theta_{int,i}-\theta_e) =$			44,483 [W]

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM				
-------------------------	--	--	--	--

1. Infiltrace přes obálku budovy						
$V_m=$	7,904 m ³	Třída zastínění:	průměrně chráněná	počet oken: 0	$e_i=$	0
$n_{50}=$	1,0 h ⁻¹	Výška vytápěného prostoru nad terénem:	0-10 [m]		$\varepsilon_i=$	1,0
Množství vzduchu infilrací obvodovým pláštěm:				$V_{inf,i}=2 \cdot V_m \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i =$	0,000 [m ³ h ⁻¹]	

2. Přívod vzduchu pomocí vřduchotechniky					
Teplota přiváděného vzduchu $\theta_{su,i} =$	18 [°C]	$f_{v,i}=$			0,063
Množství vzduchu přiváděného do vytápěného prostoru: $V_{su,i}=$	50 [m ³ h ⁻¹]				
Rozdíl mezi nuceně přiváděným a odváděným vzduchem =	0 [m ³ h ⁻¹] (rovnotlaké větrání)				
Množství vzduchu přívodem vřduchotechniky:	$V_{vzt,i}=V_{su,i} \cdot F_{v,i} + V_{mech,inf,i}=$	3,125 [m ³ h ⁻¹]			
Celková měrná tepelná ztráta větráním:	$H_{v,i} = 0,34 \cdot (V_{vzt,i} + V_{inf,i}) =$	1,063 [WK ⁻¹]			
Návrhová tepelná ztráta větráním :	$\Phi_{V,i}=H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i}-\theta_e) =$	34,000 [W]			
Celková tepelná ztráta místnosti:	$\Phi_{HL,i} = \Phi_{Ti} + \Phi_{V,i} =$	78,483 [W]			

Označení místnosti	Název místnosti	Místo stavby:		Holasice (lokal.: Brno)			
		Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$:		18	[°C]		
1.18	WC MUŽI	Výpočtová vnější teplota θ_e :		-12	[°C]		
TEPELNÉ ZTRÁTY PROTUPEM							
1. Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	e_k [-]	$H_{T,ie}=A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ [WK ⁻¹]
S02	Plochá střecha	4,46	0,115	0,02	0,135	1,0	0,602
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí:				$H_{T,ie}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k =$		0,602	
2. Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	b_u [-]	$H_{T,iue}=A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ [WK ⁻¹]
F03	Vnější mezi sousední budovou	4,73	0,266	0,02	0,286	0,100	0,135
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor:				$H_{T,iue}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u =$		0,135	
3. Tepelné ztráty/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	θ_j [°C]	$f_j=(\theta_{int,i}-\theta_j)/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]	$H_{T,ij}=A_k \cdot U_k \cdot f_j$ [WK ⁻¹]	
SN03	Vnitřní dělicí stěna 1.18 / 1.17	6,37	0,604	20	-0,067	-0,256	
Celková měrná tep. ztráta/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou:				$H_{T,ij}=\Sigma A_k \cdot U_k \cdot f_j =$		-0,256	
4. Tepelné ztráty zemínou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	$U_{equiv,k}$ [Wm ⁻² K ⁻¹]	$A_k \cdot U_{equiv,k}$ [WK ⁻¹]	f_{g1} [-]	G_w [-]	$f_{g2}=(\theta_{int,i}-\theta_{m,e})/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]
P02	Podlaha na zemině	4,46	0,160	0,71	1,450	1,000	0,433
$\theta_{m,e}= 5$ (°C)		$\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k} =$		0,71			
Celková měrná tepelná ztráta zemínou:				$H_{T,ig}=(\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot (f_{g1} \cdot G_w \cdot f_{g2}) =$		0,448 [WK ⁻¹]	
Celková měrná tepelná ztráta prostupem:				$H_{t,i}=H_{T,ie}+H_{T,iue}+H_{T,ij}+H_{T,ig} =$		0,929 [WK ⁻¹]	
Návrhová tepelná ztráta prostupem :				$\Phi_{T,i}=H_{t,i} \cdot (\theta_{int,i}-\theta_e) =$		27,879 [W]	
TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM							
1. Infiltrace přes obálku budovy							
$V_m=$	11,596 m ³	Třída zastínění:	průměrně chráněná	počet oken:	0	$e_i=$	0
$n_{50}=$	1,0 h ⁻¹	Výška vytápěného prostoru nad terénem:	0-10 [m]			$\epsilon_i=$	1,0
Množství vzduchu infiltrace obvodovým pláštěm:				$V_{inf,i}= 2 \cdot V_m \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \epsilon_i =$		0,000 [m ³ h ⁻¹]	
2. Přívod vzduchu pomocí vzduchotechniky							
Teplota přiváděného vzduchu $\theta_{su,i} =$		18 [°C]		$f_{v,i}=$		0,000	
Množství vzduchu přiváděného do vytápěného prostoru: $V_{su,i}=$		50 [m ³ h ⁻¹]					
Rozdíl mezi nuceně přiváděným a odváděným vzduchem =		0 [m ³ h ⁻¹] (rovnotlaké větrání)					
Množství vzduchu přívodem vzduchotechniky:				$V_{vzt,i}=V_{su,i} \cdot F_{v,i} + V_{mech,inf,i}=$		0,000 [m ³ h ⁻¹]	
Celková měrná tepelná ztráta větráním:				$H_{v,i}= 0,34 \cdot (V_{vzt,i} + V_{inf,i}) =$		0,000 [WK ⁻¹]	
Návrhová tepelná ztráta větráním :				$\Phi_{V,i}=H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i}-\theta_e) =$		0,000 [W]	
Celková tepelná ztráta místnosti:				$\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} =$		27,879 [W]	

Označení místnosti	Název místnosti	Místo stavby:	Holasice (lokal.: Brno)	
		Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$:	18	[°C]
1.19	WC ŽENY	Výpočtová vnější teplota θ_e :	-12	[°C]

TEPELNÉ ZTRÁTY PROTUPEM				
--------------------------------	--	--	--	--

1. Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	e_k [-]	$H_{T,ie}=A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ [WK ⁻¹]
S02	Plochá střecha	4,47	0,115	0,02	0,135	1,0	0,603
Celková mětná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí:					$H_{T,ie}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k =$ 0,603		

2. Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	b_u [-]	$H_{T,iue}=A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ [WK ⁻¹]
SN02	Vnitřní dělicí stěna k nevytáp. prostoru	1,65	0,802	0,02	0,822	0,100	0,136
F03	Vnější mezi sousední budovou	4,73	0,266	0,02	0,286	0,100	0,135
Celková mětná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor:					$H_{T,iue}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u =$ 0,271		

3. Tepelné ztráty/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	θ_j [°C]	$f_j=(\theta_{int,i}-\theta_j)/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]	$H_{T,ij}=A_k \cdot U_k \cdot f_j$ [WK ⁻¹]	
-	-	-	-	-	-	-	
Celková mětná tep. ztráta/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou:					$H_{T,ij}=\Sigma A_k \cdot U_k \cdot f_j =$ 0,000		

4. Tepelné ztráty zeminou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	$U_{equiv,k}$ [Wm ⁻² K ⁻¹]	$A_k \cdot U_{equiv,k}$ [WK ⁻¹]	f_{g1} [-]	G_w [-]	$f_{g2}=(\theta_{int,i}-\theta_{m,e})/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]
P02	Podlaha na zemině	4,47	0,160	0,72	1,450	1,000	0,433
$\theta_{m,e}= 5$ (°C)		$\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k} =$		0,72			
Celková mětná tepelná ztráta zeminou:					$H_{T,ig}=(\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot (f_{g1} \cdot G_w \cdot f_{g2}) =$ 0,449 [WK⁻¹]		
Celková mětná tepelná ztráta prostupem:					$H_t=H_{T,ie}+H_{T,iue}+H_{T,ij}+H_{T,ig} =$ 1,324 [WK⁻¹]		
Návrhová tepelná ztráta prostupem :					$\Phi_{Ti}=H_{t,i} \cdot (\theta_{int,i}-\theta_e) =$ 39,716 [W]		

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM				
--------------------------------	--	--	--	--

1. Infiltrace přes obálku budovy				
$V_m=$ 11,622 m ³	Třída zastínění: průměrně chráněná	počet oken: 0	$e_i=$ 0	
$n_{50}=$ 1,0 h ⁻¹	Výška vytápěného prostoru nad terénem: 0-10 [m]			$\varepsilon_i=$ 1,0
Množství vzduchu infiltrace obvodovým pláštěm:		$V_{inf,i}=2 \cdot V_m \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i =$ 0,000 [m³h⁻¹]		

2. Přívod vzduchu pomocí vzduchotechniky				
Teplota přiváděného vzduchu $\theta_{su,i} =$	18 [°C]			$f_{v,i}=$ 0,000
Množství vzduchu přiváděného do vytápěného prostoru: $V_{su,i}=$	50	[m ³ h ⁻¹]		
Rozdíl mezi nuceně přiváděným a odváděným vzduchem =	0	[m ³ h ⁻¹] (rovnotlaké větrání)		
Množství vzduchu přívodem vzduchotechniky:		$V_{vt,i}=V_{su,i} \cdot F_{v,i} + V_{mech,inf,i}=$ 0,000 [m³h⁻¹]		
Celková mětná tepelná ztráta větráním:		$H_{v,i} = 0,34 \cdot (V_{vt,i} + V_{inf,i}) =$ 0,000 [WK⁻¹]		
Návrhová tepelná ztráta větráním :		$\Phi_{V,i}=H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i}-\theta_e) =$ 0,000 [W]		
Celková tepelná ztráta místnosti:		$\Phi_{HL,i} = \Phi_{Ti} + \Phi_{V,i} =$ 39,716 [W]		

Označení místnosti	Název místnosti	Místo stavby:		Holasice (lokal.: Brno)			
		Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$:		18		[°C]	
1.20	ÚKLIDOVÁ KOMORA 2	Výpočtová vnější teplota θ_e :		-12		[°C]	
TEPELNÉ ZTRÁTY PROTUPEM							
1. Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	e_k [-]	$H_{T,ie}=A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ [WK ⁻¹]
S02	Plochá střecha	2,25	0,115	0,02	0,135	1,0	0,303
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí:				$H_{T,ie}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k =$		0,303	
2. Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	b_u [-]	$H_{T,iue}=A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ [WK ⁻¹]
SN02	Vnitřní dělicí stěna k nevytáp. prostoru	2,04	0,802	0,02	0,822	0,100	0,168
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor:				$H_{T,iue}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u =$		0,168	
3. Tepelné ztráty/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	θ_j [°C]	$f_j=(\theta_{int,i}-\theta_j)/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]	$H_{T,ij}=A_k \cdot U_k \cdot f_j$ [WK ⁻¹]	
SN04	Vnitřní nosná stěna 1.20 / 1.36	4,42	0,404	20	-0,067	-0,119	
Celková měrná tep. ztráta/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou:				$H_{T,ij}=\Sigma A_k \cdot U_k \cdot f_j =$		-0,119	
4. Tepelné ztráty zemínou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	$U_{equiv,k}$ [Wm ⁻² K ⁻¹]	$A_k \cdot U_{equiv,k}$ [WK ⁻¹]	f_{g1} [-]	G_w [-]	$f_{g2}=(\theta_{int,i}-\theta_{m,e}) / (\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]
P01	Podlaha na zemině	2,25	0,160	0,36	1,450	1,000	0,433
$\theta_{m,e}= 5$ (°C)		$\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k} =$		0,36			
Celková měrná tepelná ztráta zemínou:				$H_{T,ig}=(\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot (f_{g1} \cdot G_w \cdot f_{g2}) =$		0,226 [WK ⁻¹]	
Celková měrná tepelná ztráta prostupem:				$H_{t,i}=H_{T,ie}+H_{T,iue}+H_{T,ij}+H_{T,ig} =$		0,578 [WK ⁻¹]	
Návrhová tepelná ztráta prostupem :				$\Phi_{T,i}=H_{t,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) =$		17,333 [W]	
TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM							
1. Infiltrace přes obálku budovy							
$V_m=$	5,928	m ³	Třída zastínění:	průměrně chráněná	počet oken:	0	$e_i=$ 0
$n_{50}=$	1,0	h ⁻¹	Výška vytápěného prostoru nad terénem:	0-10 [m]			$\epsilon_i=$ 1,0
Množství vzduchu infiltrace obvodovým pláštěm:				$V_{inf,i}= 2 \cdot V_m \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \epsilon_i =$		0,000 [m ³ h ⁻¹]	
2. Přívod vzduchu pomocí vzduchotechniky							
Teplota přiváděného vzduchu $\theta_{su,i} =$		18		[°C]		$f_{v,i}=$ 0,000	
Množství vzduchu přiváděného do vytápěného prostoru: $V_{su,i}=$		50		[m ³ h ⁻¹]			
Rozdíl mezi nuceně přiváděným a odváděným vzduchem =		0		[m ³ h ⁻¹] (rovnotlaké větrání)			
Množství vzduchu přívodem vzduchotechniky:				$V_{vzt,i}=V_{su,i} \cdot F_{v,i} + V_{mech,inf,i}=$		0,000 [m ³ h ⁻¹]	
Celková měrná tepelná ztráta větráním:				$H_{v,i} = 0,34 \cdot (V_{vzt,i} + V_{inf,i}) =$		0,000 [WK ⁻¹]	
Návrhová tepelná ztráta větráním :				$\Phi_{V,i}=H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) =$		0,000 [W]	
Celková tepelná ztráta místnosti:				$\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} =$		17,333 [W]	

Označení místnosti	Název místnosti	Místo stavby:	Holasice (lokál.: Brno)
		Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$:	18 [°C]
1.21	HALA	Výpočtová vnější teplota θ_e :	-12 [°C]

TEPELNÉ ZTRÁTY PROTUPEM							
1. Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	e_k [-]	$H_{T,ie}=A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ [WK ⁻¹]
O10	Okno s izolačním trojsklem	0,75	0,750	0,00	0,750	1,0	0,563
O10	Okno s izolačním trojsklem	0,75	0,750	0,00	0,750	1,0	0,563
O10	Okno s izolačním trojsklem	0,75	0,750	0,00	0,750	1,0	0,563
O10	Okno s izolačním trojsklem	0,75	0,750	0,00	0,750	1,0	0,563
O10	Okno s izolačním trojsklem	0,75	0,750	0,00	0,750	1,0	0,563
O10	Okno s izolačním trojsklem	0,75	0,750	0,00	0,750	1,0	0,563
F01	Obvodová stěna 1	25,86	0,130	0,02	0,150	1,0	3,878
S02	Plochá střecha	19,62	0,115	0,02	0,135	1,0	2,649
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí:						$H_{T,ie}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k =$ 9,902	
2. Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	b_u [-]	$H_{T,iue}=A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ [WK ⁻¹]
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor:						$H_{T,iue}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u =$ 0,000	
3. Tepelné ztráty/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	θ_j [°C]	$f_j=(\theta_{int,i}-\theta_j)/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]	$H_{T,ij}=A_k \cdot U_k \cdot f_j$ [WK ⁻¹]	
D02	Vnitřní dveře do 1.33	1,85	1,100	20	-0,067	-0,136	
SN04	Vnitřní nosná stěna 1.21/1.33	5,95	0,404	20	-0,067	-0,160	
D01	Vnitřní dveře do 1.27	1,85	1,100	20	-0,067	-0,136	
SN04	Vnitřní nosná stěna 1.21/1.27	0,75	0,404	20	-0,067	-0,020	
Celková měrná tep. ztráta/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou:						$H_{T,ij}=\Sigma A_k \cdot U_k \cdot f_j =$ -0,452	
4. Tepelné ztráty zeminou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	$U_{equiv,k}$ [Wm ⁻² K ⁻¹]	$A_k \cdot U_{equiv,k}$ [WK ⁻¹]	f_{g1} [-]	G_w [-]	$f_{g2}=(\theta_{int,i}-\theta_{m,e})/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]
P02	Podlaha na zemině	19,62	0,160	3,14	1,450	1,000	0,433
$\theta_{m,e}= 5$ (°C)	$\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k} =$ 3,14						
Celková měrná tepelná ztráta zeminou:						$H_{T,ig}=(\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot (f_{g1} \cdot G_w \cdot f_{g2}) =$ 1,972 [WK⁻¹]	
Celková měrná tepelná ztráta prostupem:						$H_{T,i}=H_{T,ie}+H_{T,iue}+H_{T,ij}+H_{T,ig} =$ 11,423 [WK⁻¹]	
Návrhová tepelná ztráta prostupem :						$\Phi_{T,i}=H_{T,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) =$ 342,679 [W]	
TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM							
1. Infiltrace přes obálku budovy							
$V_m=$ 51,012 m ³	Třída zastínění: průměrně chráněná	počet oken: 6		$e_i=$ 0,05			
$n_{50}=$ 1,0 h ⁻¹	Výška vytápěného prostoru nad terénem: 0-10 [m]			$\epsilon_i=$ 1,0			
Množství vzduchu infiltrace obvodovým pláštěm:				$V_{inf,i}=2 \cdot V_m \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \epsilon_i =$ 5,101 [m³h⁻¹]			
2. Přívod vzduchu pomocí vzduchotechniky							
Teplota přiváděného vzduchu $\theta_{su,i} =$ 18 [°C]				$f_{v,i}=$ 0,000			
Množství vzduchu přiváděného do vytápěného prostoru: $V_{su,i}=$ 460 [m ³ h ⁻¹]							
Rozdíl mezi nuceně přiváděným a odváděným vzduchem = 0 [m ³ h ⁻¹] (rovnotlaké větrání)							
Množství vzduchu přívodem vzduchotechniky:				$V_{vt,i}=V_{su,i} \cdot F_{v,i} + V_{mech,inf,i}=$ 0,000 [m³h⁻¹]			
Celková měrná tepelná ztráta větráním:						$H_{v,i}=0,34 \cdot (V_{vt,i} + V_{inf,i}) =$ 1,734 [WK⁻¹]	
Návrhová tepelná ztráta větráním :						$\Phi_{v,i}=H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) =$ 52,032 [W]	
Celková tepelná ztráta místnosti:						$\Phi_{HL,i}=\Phi_{T,i} + \Phi_{v,i} =$ 394,711 [W]	

Označení místnosti	Název místnosti	Místo stavby:	Holasice (lokál: Brno)
		Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$:	18 [°C]
1.22	ZÁDVEŘÍ	Výpočtová vnější teplota θ_e :	-12 [°C]

TEPELNÉ ZTRÁTY PROTUPEM							
-------------------------	--	--	--	--	--	--	--

1. Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	e_k [-]	$H_{T,ie}=A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ [WK ⁻¹]
O10	Okno s izolačním trojsklem	0,75	0,750	0,00	0,750	1,0	0,563
O11	Vstupní dveře plastové se světlikem	2,93	1,100	0,00	1,100	1,0	3,218
F01	Obvodová stěna 1	4,83	0,130	0,02	0,150	1,0	0,724
S02	Plochá střecha	2,62	0,115	0,02	0,135	1,0	0,354
Celková mětná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí:				$H_{T,ie}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k =$		4,858	

2. Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	b_u [-]	$H_{T,iue}=A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ [WK ⁻¹]
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor:				$H_{T,iue}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u =$		0,000	

3. Tepelné ztráty/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	θ_j [°C]	$f_j=(\theta_{int,i}-\theta_j)/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]	$H_{T,ij}=A_k \cdot U_k \cdot f_j$ [WK ⁻¹]	
SN04	Vnitřní nosná stěna 1.22/1.27	3,88	0,404	20	-0,067	-0,105	
O12	Okno s izolačním trojsklem	1,00	0,750	20	-0,067	-0,050	
Celková měrná tep. ztráta/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou:				$H_{T,ij}=\Sigma A_k \cdot U_k \cdot f_j =$		-0,155	

4. Tepelné ztráty zeminou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	$U_{equiv,k}$ [Wm ⁻² K ⁻¹]	$A_k \cdot U_{equiv,k}$ [WK ⁻¹]	f_{g1} [-]	G_w [-]	$f_{g2}=(\theta_{int,i}-\theta_{m,e})/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]
P01	Podlaha na zemině	2,62	0,160	0,42	1,450	1,000	0,433
$\theta_{m,e}= 5$ (°C)		$\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k} =$		0,42			
Celková měrná tepelná ztráta zeminou:				$H_{T,ig}=(\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot (f_{g1} \cdot G_w \cdot f_{g2}) =$		0,263 [WK ⁻¹]	

Celková měrná tepelná ztráta prostupem:				$H_{t,i}=H_{T,ie}+H_{T,iue}+H_{T,ij}+H_{T,ig} =$		4,967 [WK ⁻¹]	
---	--	--	--	--	--	----------------------------	--

Návrhová tepelná ztráta prostupem :				$\Phi_{T,i}=H_{t,i} \cdot (\theta_{int,i}-\theta_e) =$		149,012 [W]	
-------------------------------------	--	--	--	--	--	---------------	--

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM							
-------------------------	--	--	--	--	--	--	--

1. Infiltrace přes obálku budovy							
$V_m=$	6,812	m ³	Třída zastiňení: průměrně chráněná	počet oken: 2	$e_i=$	0,05	
$n_{50}=$	1,0	h ⁻¹	Výška vytápěného prostoru nad terénem: 0-10 [m]		$\epsilon_i=$	1,0	
Množství vzduchu infiltrace obvodovým pláštěm:				$V_{inf,i}= 2 \cdot V_m \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \epsilon_i =$		0,681 [m ³ h ⁻¹]	

2. Přívod vzduchu pomocí vzduchotechniky							
Teplota přiváděného vzduchu $\theta_{su,i} =$		18 [°C]		$f_{v,i}=$		0,000	
Množství vzduchu přiváděného do vytápěného prostoru: $V_{su,i}=$		50 [m ³ h ⁻¹]					
Rozdíl mezi nuceně přiváděným a odváděným vzduchem =		0 [m ³ h ⁻¹] (rovnotlaké větrání)					
Množství vzduchu přívodem vzduchotechniky:				$V_{vz,i}=V_{su,i} \cdot F_{v,i} + V_{mech,inf,i}=$		0,000 [m ³ h ⁻¹]	
Celková měrná tepelná ztráta větráním:				$H_{v,i} = 0,34 \cdot (V_{vz,i} + V_{inf,i}) =$		0,232 [WK ⁻¹]	
Návrhová tepelná ztráta větráním :				$\Phi_{V,i}=H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i}-\theta_e) =$		6,948 [W]	
Celková tepelná ztráta místnosti:				$\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} =$		155,960 [W]	

Označení místnosti	Název místnosti	Místo stavby:		Holasice (lokal.: Brno)	
		Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$:		18	[°C]
1.23	CHODBA 3	Výpočtová vnější teplota θ_e :		-12	[°C]

TEPELNÉ ZTRÁTY PROTUPEM					
-------------------------	--	--	--	--	--

1. Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	e_k [-]	$H_{T,ie}=A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ [WK ⁻¹]
S03	Střecha s krokvemi po vlašsku	7,48	0,102	0,02	0,122	1,0	0,912
Celková mětná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí:					$H_{T,ie}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k =$ 0,912		

2. Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	b_u [-]	$H_{T,iue}=A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ [WK ⁻¹]
Celková mětná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor:					$H_{T,iue}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u =$ 0,000		

3. Tepelné ztráty/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	θ_j [°C]	$f_j=(\theta_{int,i}-\theta_j)/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]	$H_{T,ij}=A_k \cdot U_k \cdot f_j$ [WK ⁻¹]	
D01	Vnitřní dřevěné dveře do 1.24	1,85	2,000	20	-0,067	-0,246	
SN03	Vnitřní dělicí stěna 1.23 / 1.24	2,09	0,604	20	-0,067	-0,084	
SN04	Vnitřní nosná stěna 1.22 / 1.27	9,77	0,404	20	-0,067	-0,263	
Celková mětná tep. ztráta/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou:					$H_{T,ij}=\Sigma A_k \cdot U_k \cdot f_j =$ -0,593		

4. Tepelné ztráty zeminou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	$U_{equiv,k}$ [Wm ⁻² K ⁻¹]	$A_k \cdot U_{equiv,k}$ [WK ⁻¹]	f_{g1} [-]	G_w [-]	$f_{g2}=(\theta_{int,i}-\theta_{m,e}) / (\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]
P02	Podlaha na zemině	7,34	0,160	1,17	1,450	1,000	0,433
$\theta_{m,e}= 5$ (°C)		$\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k} =$ 1,17					
Celková mětná tepelná ztráta zeminou:					$H_{T,ig}=(\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot (f_{g1} \cdot G_w \cdot f_{g2}) =$ 0,738 [WK ⁻¹]		
Celková mětná tepelná ztráta prostupem:					$H_t=H_{T,ie}+H_{T,iue}+H_{T,ij}+H_{T,ig} =$ 1,057 [WK ⁻¹]		
Návrhová tepelná ztráta prostupem :					$\Phi_{Ti}=H_{T,i} \cdot (\theta_{int,i}-\theta_e) =$ 31,700 [W]		

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM					
-------------------------	--	--	--	--	--

1. Infiltrace přes obálku budovy					
$V_m=$ 18,350 m ³	Třída zastínění: průměrně chráněná	počet oken: 0	$e_i= 0$		
$n_{50}=$ 1,0 h ⁻¹	Výška vytápěného prostoru nad terénem: 0-10 [m]	$\varepsilon_i= 1,0$			
Množství vzduchu infiltrace obvodovým pláštěm:		$V_{inf,i}= 2 \cdot V_m \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i =$ 0,000 [m ³ h ⁻¹]			

2. Přívod vzduchu pomocí vzduchotechniky					
Teplota přiváděného vzduchu $\theta_{su,i} =$ 18 [°C]		$f_{v,i}= 0,000$			
Množství vzduchu přiváděného do vytápěného prostoru: $V_{su,i}=$ 50 [m ³ h ⁻¹]					
Rozdíl mezi nuceně přiváděným a odváděným vzduchem = 0 [m ³ h ⁻¹] (rovnotlaké větrání)					
Množství vzduchu přívodem vzduchotechniky:		$V_{vt,i}=V_{su,i} \cdot F_{v,i} + V_{mech,inf,i}=$ 0,000 [m ³ h ⁻¹]			
Celková mětná tepelná ztráta větráním:		$H_{v,i} = 0,34 \cdot (V_{vt,i} + V_{inf,i}) =$ 0,000 [WK ⁻¹]			
Návrhová tepelná ztráta větráním :		$\Phi_{V,i}=H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i}-\theta_e) =$ 0,000 [W]			
Celková tepelná ztráta místnosti:		$\Phi_{HL,i} = \Phi_{Ti} + \Phi_{V,i} =$ 31,700 [W]			

Označení místnosti	Název místnosti	Místo stavby:				Holasice (lokal.: Brno)	
		Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$:				20	[°C]
1.24	VÝDEJ A OHŘEV JÍDLA	Výpočtová vnější teplota θ_e :				-12	[°C]
TEPELNÉ ZTRÁTY PROTUPEM							
1. Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	e_k [-]	$H_{T,ie}=A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ [WK ⁻¹]
S03	Střecha s krokvení po vlašsku	8,63	0,102	0,02	0,122	1,0	1,052
Celková mětná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí:				$H_{T,ie}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k =$ 1,052			
2. Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	b_u [-]	$H_{T,iue}=A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ [WK ⁻¹]
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor:				$H_{T,iue}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u =$ 0,000			
3. Tepelné ztráty/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	θ_j [°C]	$f_j=(\theta_{int,i}-\theta_j)/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]	$H_{T,ij}=A_k \cdot U_k \cdot f_j$ [WK ⁻¹]	
D01	Vnitřní dřevěné dveře do 1.23	1,85	2,000	18	0,063	0,231	
SN03	Vnitřní dělicí stěna 1.24 / 1.23	2,09	0,604	18	0,063	0,079	
SN03	Vnitřní dělicí stěna 1.24 / 1.25	5,13	0,604	18	0,063	0,193	
D08	Výdejní okenko	3,04	2,000	22	-0,063	-0,380	
SN04	Vnitřní nosná stěna 1.24/1.31	1,86	0,404	22	-0,063	-0,047	
D09	Výdejní okenko	3,04	2,000	22	-0,063	-0,380	
SN04	Vnitřní nosná stěna 1.24/1.37	1,86	0,404	22	-0,063	-0,047	
Celková měrná tep. ztráta/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou:				$H_{T,ij}=\Sigma A_k \cdot U_k \cdot f_j =$ -0,352			
4. Tepelné ztráty zeminou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	$U_{equiv,k}$ [Wm ⁻² K ⁻¹]	$A_k \cdot U_{equiv,k}$ [WK ⁻¹]	f_{g1} [-]	G_w [-]	$f_{g2}=(\theta_{int,i}-\theta_{m,e})/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]
P01	Podlaha na zemině	8,55	0,160	1,37	1,450	1,000	0,469
$\theta_{m,e}=5$	(°C)	$\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k} =$		1,37			
Celková měrná tepelná ztráta zeminou:				$H_{T,ig}=(\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot (f_{g1} \cdot G_w + f_{g2}) =$ 0,930 [WK ⁻¹]			
Celková měrná tepelná ztráta prostupem:				$H_{ti}=H_{T,ie}+H_{T,iue}+H_{T,ij}+H_{T,ig} =$ 1,631 [WK ⁻¹]			
Návrhová tepelná ztráta prostupem :				$\Phi_{T,i}=H_{ti} \cdot (\theta_{int,i}-\theta_e) =$ 52,177 [W]			
TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM							
1. Infiltrace přes obálku budovy							
$V_m=24,581$	m ³	Třída zastínění:	průměrně chráněná	počet oken:	0	$e_i=0$	
$n_{50}=1,0$	h ⁻¹	Výška vytápěného prostoru nad terénem:		0-10 [m]	$\epsilon_i=1,0$		
Množství vzduchu infilrací obvodovým pláštěm:				$V_{inf,i}=2 \cdot V_m \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \epsilon_i =$ 0,000 [m ³ h ⁻¹]			
2. Přívod vzduchu pomocí vzduchotechniky							
Teplota přiváděného vzduchu $\theta_{su,i} =$		22	[°C]	$f_{v,i} =$		-0,063	
Množství vzduchu přiváděného do vytápěného prostoru: $V_{su,i} =$		210	[m ³ h ⁻¹]				
Rozdíl mezi nuceně přiváděným a odváděným vzduchem =		0	[m ³ h ⁻¹] (rovnotlaké větrání)				
Množství vzduchu přívodem vzduchotechniky:		$V_{vzt,i}=V_{su,i} \cdot F_{v,i} + V_{mech,inf,i} =$		-13,125		[m ³ h ⁻¹]	
Celková měrná tepelná ztráta větráním:		$H_{v,i} = 0,34 \cdot (V_{vzt,i} + V_{inf,i}) =$		-4,463		[WK ⁻¹]	
Návrhová tepelná ztráta větráním :		$\Phi_{v,i}=H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i}-\theta_e) =$		-142,800		[W]	
Celková tepelná ztráta místnosti:		$\Phi_{HL,i} = \Phi_{Ti} + \Phi_{v,i} =$		-90,623		[W]	

Označení místnosti	Název místnosti	Místo stavby:		Holasice (lokal.: Brno)	
		Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$:		18	[°C]
1.25	SKLAD VÝDEJE	Výpočtová vnější teplota θ_e :		-12	[°C]

TEPELNÉ ZTRÁTY PROTUPEM					
-------------------------	--	--	--	--	--

1. Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	e_k [-]	$H_{T,ie}=A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ [WK ⁻¹]
S03	Střecha s krokviemi po vlašsku	3,81	0,102	0,02	0,122	1,0	0,464
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí:					$H_{T,ie}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k =$ 0,464		

2. Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	b_u [-]	$H_{T,iue}=A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ [WK ⁻¹]
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor:					$H_{T,iue}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u =$ 0,000		

3. Tepelné ztráty/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	θ_j [°C]	$f_j=(\theta_{int,i}-\theta_j)/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]	$H_{T,ij}=A_k \cdot U_k \cdot f_j$ [WK ⁻¹]	
SN03	Vnitřní dělicí stěna 1.25 / 1.24	5,13	0,604	20	-0,067	-0,206	
SN04	Vnitřní nosná stěna 1.25 / 1.38	0,30	0,404	20	-0,067	-0,008	
SN04	Vnitřní nosná stěna 1.25/ 1.33	4,61	0,404	22	-0,133	-0,248	
Celková měrná tep. ztráta/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou:					$H_{T,ij}=\Sigma A_k \cdot U_k \cdot f_j =$ -0,463		

4. Tepelné ztráty zeminou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	$U_{equiv,k}$ [Wm ⁻² K ⁻¹]	$A_k \cdot U_{equiv,k}$ [WK ⁻¹]	f_{g1} [-]	G_w [-]	$f_{g2}=(\theta_{int,i}-\theta_{m,e}) / (\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]
P02	Podlaha na zemině	3,77	0,160	0,60	1,450	1,000	0,433
$\theta_{m,e}= 5$ (°C)		$\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k} =$ 0,60					
Celková měrná tepelná ztráta zeminou:					$H_{T,ig}=(\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot (f_{g1} \cdot G_w \cdot f_{g2}) =$ 0,379 [WK ⁻¹]		
Celková měrná tepelná ztráta prostupem:					$H_t=H_{T,ie}+H_{T,iue}+H_{T,ij}+H_{T,ig} =$ 0,381 [WK ⁻¹]		
Návrhová tepelná ztráta prostupem :					$\Phi_{Ti}=H_{T,i} \cdot (\theta_{int,i}-\theta_e) =$ 11,425 [W]		

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM					
-------------------------	--	--	--	--	--

1. Infiltrace přes obálku budovy					
$V_m=$ 9,425 m ³	Třída zastínění: průměrně chráněná	počet oken: 0	$e_i= 0$		
$n_{50}=$ 1,0 h ⁻¹	Výška vytápěného prostoru nad terénem: 0-10 [m]	$\varepsilon_i= 1,0$			
Množství vzduchu infiltrace obvodovým pláštěm:		$V_{inf,i}= 2 \cdot V_m \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i =$ 0,000 [m ³ h ⁻¹]			

2. Přívod vzduchu pomocí vzduchotechniky					
Teplota přiváděného vzduchu $\theta_{su,i} =$ 22 [°C]		$f_{v,i}=$ -0,133			
Množství vzduchu přiváděného do vytápěného prostoru: $V_{su,i}=$ 20 [m ³ h ⁻¹]					
Rozdíl mezi nuceně přiváděným a odváděným vzduchem = 0 [m ³ h ⁻¹] (rovnotlaké větrání)					
Množství vzduchu přívodem vzduchotechniky:		$V_{vt,i}=V_{su,i} \cdot F_{v,i} + V_{mech,inf,i}=$ -2,667 [m ³ h ⁻¹]			
Celková měrná tepelná ztráta větráním:		$H_{v,i} = 0,34 \cdot (V_{vt,i} + V_{inf,i}) =$ -0,907 [WK ⁻¹]			
Návrhová tepelná ztráta větráním :		$\Phi_{V,i}=H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i}-\theta_e) =$ -27,200 [W]			
Celková tepelná ztráta místnosti:		$\Phi_{HL,i} = \Phi_{Ti} + \Phi_{V,i} =$ -15,775 [W]			

Označení místnosti	Název místnosti	Místo stavby:		Holasice (lokál: Brno)			
		Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$:		18	[°C]		
1.26	KOUT PRO RODIČE	Výpočtová vnější teplota θ_e :		-12	[°C]		
TEPELNÉ ZTRÁTY PROTUPEM							
1. Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	e_k [-]	$H_{T,ie}=A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ [WK ⁻¹]
S03	Střecha s krokvení po vlašsku	8,59	0,102	0,02	0,122	1,0	1,048
Celková mětná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí:				$H_{T,ie}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k =$		1,048	
2. Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	b_u [-]	$H_{T,iue}=A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ [WK ⁻¹]
Celková mětná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor:				$H_{T,iue}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u =$		0,000	
3. Tepelné ztráty/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	θ_j [°C]	$f_j=(\theta_{int,i}-\theta_j)/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]	$H_{T,ij}=A_k \cdot U_k \cdot f_j$ [WK ⁻¹]	
SN04	Vnitřní nosná stěna 1.26 / 1.33	13,53	0,404	20	-0,067	-0,364	
Celková mětná tep. ztráta/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou:				$H_{T,ij}=\Sigma A_k \cdot U_k \cdot f_j =$		-0,364	
4. Tepelné ztráty zeminou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	$U_{equiv,k}$ [Wm ⁻² K ⁻¹]	$A_k \cdot U_{equiv,k}$ [WK ⁻¹]	f_{g1} [-]	G_w [-]	$f_{g2}=(\theta_{int,i}-\theta_{m,e}) / (\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]
P03	Podlaha na zemině	8,51	0,160	1,36	1,450	1,000	0,433
$\theta_{m,e}=5$	(°C)	$\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k} =$		1,36			
Celková mětná tepelná ztráta zeminou:				$H_{T,ig}=(\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot (f_{g1} \cdot G_w \cdot f_{g2}) =$		0,856 [WK ⁻¹]	
Celková mětná tepelná ztráta prostupem:				$H_{t,i}=H_{T,ie}+H_{T,iue}+H_{T,ij}+H_{T,ig} =$		1,539 [WK ⁻¹]	
Návrhová tepelná ztráta prostupem :				$\Phi_{T,i}=H_{t,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) =$		46,177 [W]	
TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM							
1. Infiltrace přes obálku budovy							
$V_m=21,275$	m ³	Třída zastínění:	průměrně chráněná	počet oken:	0	$e_i=0$	
$n_{50}=1,0$	h ⁻¹	Výška vytápěného prostoru nad terénem:	0-10 [m]			$\epsilon_i=1,0$	
Množství vzduchu infiltrace obvodovým pláštěm:				$V_{inf,i}=2 \cdot V_m \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \epsilon_i =$		0,000 [m ³ h ⁻¹]	
2. Přívod vzduchu pomocí vдуchotechniky							
Teplota přiváděného vzduchu $\theta_{su,i} =$		18 [°C]		$f_{v,i}=$		0,000	
Množství vzduchu přiváděného do vytápěného prostoru: $V_{su,i}=$		55 [m ³ h ⁻¹]					
Rozdíl mezi nuceně přiváděným a odváděným vzduchem =		0 [m ³ h ⁻¹] (rovnotlaké větrání)					
Množství vzduchu přívodem vдуchotechniky:				$V_{vzt,i}=V_{su,i} \cdot F_{v,i} + V_{mech,inf,i}=$		0,000 [m ³ h ⁻¹]	
Celková mětná tepelná ztráta větráním:				$H_{v,i}=0,34 \cdot (V_{vzt,i} + V_{inf,i}) =$		0,000 [WK ⁻¹]	
Návrhová tepelná ztráta větráním :				$\Phi_{v,i}=H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) =$		0,000 [W]	
Celková tepelná ztráta místnosti:				$\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i} =$		46,177 [W]	

Označení místnosti	Název místnosti	Místo stavby:	Holasice (lokal.: Brno)	
		Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$:	20	[°C]
1.27	ŠATNA DĚTI I	Výpočtová vnější teplota θ_e :	-12	[°C]

TEPELNÉ ZTRÁTY PROTUPEM				
-------------------------	--	--	--	--

1. Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	e_k [-]	$H_{T,ie}=A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ [WK ⁻¹]
S03	Střecha s krokvení po vlašsku	17,77	0,102	0,02	0,122	1,0	2,168
Celková mětná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí:					$H_{T,ie}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k =$ 2,168		

2. Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	b_u [-]	$H_{T,iue}=A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ [WK ⁻¹]
Celková mětná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor:					$H_{T,iue}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u =$ 0,000		

3. Tepelné ztráty/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	θ_j [°C]	$f_j=(\theta_{int,i}-\theta_j)/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]	$H_{T,ij}=A_k \cdot U_k \cdot f_j$ [WK ⁻¹]	
D01	Vnitřní dřevěné dveře do 1.21	1,85	2,000	18	0,063	0,231	
SN04	Vnitřní nosná stěna 1.27 / 1.21, 1.22	9,40	0,404	18	0,063	0,237	
D02	Vnitřní dřevěné dveře do 1.28	1,85	2,000	22	-0,063	-0,231	
SN03	Vnitřní dělicí stěna 1.27 / 1.28	0,80	0,604	22	-0,063	-0,030	
SN05	Vnitřní skleněná stěna 1.27 / 1.28	3,79	1,500	22	-0,063	-0,355	
O12	Okno s izolačním trojsklem	1,00	0,750	18	0,063	0,047	
Celková mětná tep. ztráta/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou:					$H_{T,ij}=\Sigma A_k \cdot U_k \cdot f_j =$ -0,101		

4. Tepelné ztráty zeminou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	$U_{equiv,k}$ [Wm ⁻² K ⁻¹]	$A_k \cdot U_{equiv,k}$ [WK ⁻¹]	f_{g1} [-]	G_w [-]	$f_{g2}=(\theta_{int,i}-\theta_{m,e})/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ / [-]
P03	Podlaha na zemině	17,60	0,160	2,82	1,450	1,000	0,469
$\theta_{m,e}=$ 5	(°C)	$\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k} =$ 2,82					
Celková mětná tepelná ztráta zeminou:					$H_{T,ig}=(\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot (f_{g1} \cdot G_w \cdot f_{g2}) =$ 1,914 [WK ⁻¹]		

Celková mětná tepelná ztráta prostupem:					$H_{T,i}=H_{T,ie}+H_{T,iue}+H_{T,ij}+H_{T,ig} =$ 3,981 [WK ⁻¹]		
Návrhová tepelná ztráta prostupem :					$\Phi_{Ti}=H_{T,i} \cdot (\theta_{int,i}-\theta_e) =$ 127,397 [W]		

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM				
-------------------------	--	--	--	--

1. Infiltrace přes obálku budovy				
$V_m=$ 44,000	m ³	Třída zastínění: průměrně chráněná	počet oken: 0	$e_i=$ 0
$n_{50}=$ 1,0	h ⁻¹	Výška vytápěného prostoru nad terénem: 0-10 [m]		$\epsilon_i=$ 1,0
Množství vzduchu infiltrace obvodovým pláštěm:			$V_{inf,i}=2 \cdot V_m \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \epsilon_i =$ 0,000 [m ³ h ⁻¹]	

2. Přívod vzduchu pomocí vzduchotechniky				
Teplota přiváděného vzduchu $\theta_{su,i} =$ 22	[°C]	$f_{v,i}=$ -0,063		
Množství vzduchu přiváděného do vytápěného prostoru: $V_{su,i}=$ 130	[m ³ h ⁻¹]			
Rozdíl mezi nuceně přiváděným a odváděným vzduchem = 0	[m ³ h ⁻¹] (rovnotlaké větrání)			
Množství vzduchu přívodem vzduchotechniky:		$V_{vt,i}=V_{su,i} \cdot F_{v,i} + V_{mech,inf,i} =$ -8,125 [m ³ h ⁻¹]		
Celková mětná tepelná ztráta větráním:		$H_{v,i}=0,34 \cdot (V_{vt,i} + V_{inf,i}) =$ -2,763 [WK ⁻¹]		
Návrhová tepelná ztráta větráním :		$\Phi_{V,i}=H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i}-\theta_e) =$ -88,400 [W]		
Celková tepelná ztráta místnosti:		$\Phi_{HL,i}=\Phi_{Ti} + \Phi_{V,i} =$ 38,997 [W]		

Označení místnosti	Název místnosti	Místo stavby: Holasice (lokal.: Brno)	
		Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$:	22 [°C]
1.28	CHODBA 4	Výpočtová vnější teplota θ_e :	-12 [°C]

TEPELNÉ ZTRÁTY PROTUPEM			
--------------------------------	--	--	--

1. Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	e_k [-]	$H_{T,ie}=A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ [WK ⁻¹]
S03	Střecha s krokvení po vlašsku	5,38	0,102	0,02	0,122	1,0	0,656
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí:					$H_{T,ie}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k =$ 0,656		

2. Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	b_u [-]	$H_{T,iue}=A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ [WK ⁻¹]
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor:					$H_{T,iue}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u =$ 0,000		

3. Tepelné ztráty/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	θ_j [°C]	$f_j=(\theta_{int,i}-\theta_j)/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]	$H_{T,ij}=A_k \cdot U_k \cdot f_j$ [WK ⁻¹]	
D02	Vnitřní dřevěné dveře do 1.27	1,85	2,000	20	0,059	0,217	
SN03	Vnitřní dělicí stěna 1.28 / 1.27	0,80	0,604	20	0,059	0,028	
SN05	Vnitřní skleněná stěna 1.28 / 1.27	3,77	1,500	20	0,059	0,333	
SN02	Vnitřní dělicí stěna 1.28 / 1.29	0,85	0,802	20	0,059	0,040	
SN05	Vnitřní skleněná stěna 1.28 / 1.29	1,81	1,500	20	0,059	0,160	
D06	Vnitřní dřevěné dveře do 1.30	1,64	2,000	24	-0,059	-0,193	
SN02	Vnitřní dělicí stěna 1.28 / 1.30	2,53	0,802	24	-0,059	-0,119	
SN05	Vnitřní skleněná stěna 1.28 / 1.30	6,84	1,500	24	-0,059	-0,603	
D02	Vnitřní dřevěné dveře do 1.32	1,85	2,000	20	0,059	0,217	
SN03	Vnitřní dělicí stěna 1.28 / 1.32	7,24	0,604	20	0,059	0,257	
Celková měrná tep. ztráta/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou:					$H_{T,ij}=\Sigma A_k \cdot U_k \cdot f_j =$ 0,337		

4. Tepelné ztráty zeminou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	$U_{equiv,k}$ [Wm ⁻² K ⁻¹]	$A_k \cdot U_{equiv,k}$ [WK ⁻¹]	f_{g1} [-]	G_w [-]	$f_{g2}=(\theta_{int,i}-\theta_{m,e})/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]
P03	Podlaha na zemině	5,27	0,160	0,84	1,450	1,000	0,500
$\theta_{m,e}= 5$ (°C)		$\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k} =$		0,84			
Celková měrná tepelná ztráta zeminou:					$H_{T,ig}=(\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot (f_{g1} \cdot G_w \cdot f_{g2}) =$ 0,611 [WK⁻¹]		
Celková měrná tepelná ztráta prostupem:					$H_{t,i}=H_{T,ie}+H_{T,iue}+H_{T,ij}+H_{T,ig} =$ 1,604 [WK⁻¹]		
Návrhová tepelná ztráta prostupem :					$\Phi_{T,i}=H_{t,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) =$ 54,534 [W]		

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM			
--------------------------------	--	--	--

1. Infiltrace přes obálku budovy			
$V_m=$	15,370 m ³	Třída zastínění: průměrně chráněná	počet oken: 0
$n_{s0}=$	1,0 h ⁻¹	Výška vytápěného prostoru nad terénem: 0-10 [m]	$\epsilon_i=$ 1,0
Množství vzduchu infiltrace obvodovým pláštěm:		$V_{inf,i}= 2 \cdot V_m \cdot n_{s0} \cdot \epsilon_i \cdot \epsilon_i =$ 0,000 [m³h⁻¹]	

2. Přívod vzduchu pomocí vzduchotechniky			
Teplota přiváděného vzduchu $\theta_{su,i} =$	22 [°C]	$f_{v,i}=$	0,000
Množství vzduchu přiváděného do vytápěného prostoru: $V_{su,i}=$	560	[m ³ h ⁻¹]	
Rozdíl mezi nuceně přiváděným a odváděným vzduchem =	0	[m ³ h ⁻¹] (rovnotlaké větrání)	
Množství vzduchu přívodem vzduchotechniky:	$V_{vz,i}=V_{su,i} \cdot f_{v,i} + V_{mech,inf,i} =$ 0,000 [m³h⁻¹]		
Celková měrná tepelná ztráta větráním:	$H_{v,i} = 0,34 \cdot (V_{vz,i} + V_{inf,i}) =$ 0,000 [WK⁻¹]		
Návrhová tepelná ztráta větráním :	$\Phi_{V,i}=H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) =$ 0,000 [W]		
Celková tepelná ztráta místnosti:	$\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} =$ 54,534 [W]		

Označení místnosti	Název místnosti	Místo stavby:	Holasice (lokal.: Brno)	
		Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$:	20	[°C]
1.29	WC DĚTI 1	Výpočtová vnější teplota θ_e :	-12	[°C]

TEPELNÉ ZTRÁTY PROTUPEM				
-------------------------	--	--	--	--

1. Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	e_k [-]	$H_{T,ie}=A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ [WK ⁻¹]
O12	Okno s izolačním trojsklem	1,00	0,750	0,00	0,750	1,0	0,750
F01	Obvodová stěna 1	22,88	0,130	0,02	0,150	1,0	3,432
S03	Střecha s krokveří po vlašsku	9,96	0,102	0,02	0,122	1,0	1,215
Celková mětná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí:						$H_{T,ie}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k =$	5,397

2. Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	b_u [-]	$H_{T,iue}=A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ [WK ⁻¹]
Celková mětná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor:						$H_{T,iue}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u =$	0,000

3. Tepelné ztráty/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	θ_j [°C]	$f_j=(\theta_{int,i}-\theta_j)/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]	$H_{T,ij}=A_k \cdot U_k \cdot f_j$ [WK ⁻¹]	
SN02	Vnitřní dělicí stěna 1.29 / 1.28	0,85	0,802	22	-0,063	-0,043	
SN05	Vnitřní skleněná stěna 1.29 / 1.28	1,81	1,500	22	-0,063	-0,170	
D06	Vnitřní dřevěné dveře do 1.30	1,64	2,000	24	-0,125	-0,410	
SN02	Vnitřní dělicí stěna 1.29 / 1.30	0,53	0,802	24	-0,125	-0,053	
SN05	Vnitřní skleněná stěna 1.29 / 1.30	2,27	1,500	24	-0,125	-0,426	
Celková mětná tep. ztráta/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou:						$H_{T,ij}=\Sigma A_k \cdot U_k \cdot f_j =$	-1,101

4. Tepelné ztráty zeminou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	$U_{equiv,k}$ [Wm ⁻² K ⁻¹]	$A_k \cdot U_{equiv,k}$ [WK ⁻¹]	f_{g1} [-]	G_w [-]	$f_{g2}=(\theta_{int,i}-\theta_{m,e})/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]
P01	Podlaha na zemině	9,76	0,160	1,56	1,450	1,000	0,469
$\theta_{m,e}=$	5 (°C)	$\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k} =$		1,56			
Celková mětná tepelná ztráta zeminou:						$H_{T,ig}=(\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot (f_{g1} \cdot G_w \cdot f_{g2}) =$	1,061 [WK ⁻¹]

Celková mětná tepelná ztráta prostupem:						$H_{T,i}=H_{T,ie}+H_{T,iue}+H_{T,ij}+H_{T,ig} =$	5,357 [WK ⁻¹]
---	--	--	--	--	--	--	----------------------------

Návrhová tepelná ztráta prostupem :						$\Phi_{Ti}=H_{T,i} \cdot (\theta_{int,i}-\theta_e) =$	171,432 [W]
-------------------------------------	--	--	--	--	--	---	---------------

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM				
-------------------------	--	--	--	--

1. Infiltrace přes obálku budovy					
$V_m=$	24,375 m ³	Třída zastínění:	průměrně chráněná	počet oken: 0	$e_i=$ 0
$n_{50}=$	1,0 h ⁻¹	Výška vytápěného prostoru nad terénem:	0-10 [m]		$\epsilon_i=$ 1,0
Množství vzduchu infiltrace obvodovým pláštěm:				$V_{inf,i}=2 \cdot V_m \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \epsilon_i =$	0,000 [m ³ h ⁻¹]

2. Přívod vzduchu pomocí vřduchotechniky				
Teplota přiváděného vzduchu $\theta_{su,i} =$	24 [°C]		$f_{v,i}=$	-0,125
Množství vzduchu přiváděného do vytápěného prostoru: $V_{su,i}=$	200	[m ³ h ⁻¹]		
Rozdíl mezi nuceně přiváděným a odváděným vřduchem =	0	[m ³ h ⁻¹] (rovnotlaké větrání)		
Množství vzduchu přívodem vřduchotechniky:	$V_{vzt,i}=V_{su,i} \cdot F_{v,i} + V_{mech,inf,i}=$			-25,000 [m ³ h ⁻¹]

Celková mětná tepelná ztráta větráním:				$H_{v,i}=0,34 \cdot (V_{vzt,i} + V_{inf,i}) =$	-8,500 [WK ⁻¹]
--	--	--	--	--	-----------------------------

Návrhová tepelná ztráta větráním :				$\Phi_{V,i}=H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i}-\theta_e) =$	-272,000 [W]
------------------------------------	--	--	--	--	----------------

Celková tepelná ztráta místnosti:				$\Phi_{HL,i}=\Phi_{Ti}+\Phi_{V,i} =$	-100,568 [W]
-----------------------------------	--	--	--	--------------------------------------	----------------

Označení místnosti	Název místnosti	Místo stavby:	Holasice (lokal.: Brno)	
		Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$:	24	[°C]
1.30	UMYVÁRNA 1	Výpočtová vnější teplota θ_e :	-12	[°C]

TEPELNÉ ZTRÁTY PROTUPEM				
-------------------------	--	--	--	--

1. Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	e_k [-]	$H_{T,ie}=A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ [WK ⁻¹]
F01	Obvodová stěna 1	11,02	0,130	0,02	0,150	1,0	1,653
S03	Střecha s krokvení po vlašsku	5,84	0,102	0,02	0,122	1,0	0,712
Celková mětná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí:					$H_{T,ie}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k =$		2,365

2. Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	b_u [-]	$H_{T,iue}=A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ [WK ⁻¹]
Celková mětná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor:					$H_{T,iue}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u =$		0,000

3. Tepelné ztráty/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	θ_j [°C]	$f_j=(\theta_{int,i}-\theta_j)/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]	$H_{T,ij}=A_k \cdot U_k \cdot f_j$ [WK ⁻¹]	
D06	Vnitřní dřevěné dveře do 1.28	1,64	2,000	22	0,056	0,182	
SN02	Vnitřní dělicí stěna 1.30 / 1.28	2,53	0,802	22	0,056	0,113	
SN05	Vnitřní skleněná stěna 1.30 / 1.28	6,84	1,500	22	0,056	0,570	
SN05	Vnitřní skleněná stěna 1.30 / 1.31	2,43	1,500	22	0,056	0,203	
SN02	Vnitřní dělicí stěna 1.30 / 1.31	2,44	0,802	22	0,056	0,109	
D06	Vnitřní dřevěné dveře do 1.29	1,64	2,000	20	0,111	0,364	
SN02	Vnitřní dělicí stěna 1.30 / 1.29	0,53	0,802	20	0,111	0,047	
SN05	Vnitřní skleněná stěna 1.30 / 1.29	2,27	1,500	20	0,111	0,379	
Celková mětná tep. ztráta/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou:					$H_{T,ij}=\Sigma A_k \cdot U_k \cdot f_j =$		1,966

4. Tepelné ztráty zemínou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	$U_{equiv,k}$ [Wm ⁻² K ⁻¹]	$A_k \cdot U_{equiv,k}$ [WK ⁻¹]	f_{g1} [-]	G_w [-]	$f_{g2}=(\theta_{int,i}-\theta_{m,e}) / (\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]
P01	Podlaha na zemině	5,72	0,160	0,92	1,450	1,000	0,528
$\theta_{m,e}= 5$ (°C)		$\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k} =$		0,92			
Celková mětná tepelná ztráta zemínou:					$H_{T,ig}=(\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot (f_{g1} \cdot G_w + f_{g2}) =$		0,700 [WK ⁻¹]
Celková mětná tepelná ztráta prostupem:					$H_{t,i}=H_{T,ie}+H_{T,iue}+H_{T,ij}+H_{T,ig} =$		5,031 [WK ⁻¹]
Návrhová tepelná ztráta prostupem :					$\Phi_{T,i}=H_{t,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) =$		181,126 [W]

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM				
-------------------------	--	--	--	--

1. Infiltrace přes obálku budovy						
$V_m =$	16,674 m ³	Třída zastínění:	průměrně chráněná	počet oken: 0	$e_i =$ 0	
$n_{50} =$	1,0 h ⁻¹	Výška vytápěného prostoru nad terénem:	0-10 [m]		$\epsilon_i =$ 1,0	
Množství vzduchu infiltrace obvodovým pláštěm:				$V_{inf,i} = 2 \cdot V_m \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \epsilon_i =$		0,000 [m ³ h ⁻¹]

2. Přívod vzduchu pomocí vzduchotechniky					
Teplota přiváděného vzduchu $\theta_{su,i} =$	22	[°C]	$f_{v,i} =$ 0,056		
Množství vzduchu přiváděného do vytápěného prostoru: $V_{su,i} =$	350	[m ³ h ⁻¹]			
Rozdíl mezi nuceně přiváděným a odváděným vzduchem =	0	[m ³ h ⁻¹]	(rovnotlaké větrání)		
Množství vzduchu přívodem vzduchotechniky:	$V_{vzt,i} = V_{su,i} \cdot F_{v,i} + V_{mech,inf,i} =$		19,444 [m ³ h ⁻¹]		
Celková mětná tepelná ztráta větráním:			$H_{v,i} = 0,34 \cdot (V_{vzt,i} + V_{inf,i}) =$		6,611 [WK ⁻¹]
Návrhová tepelná ztráta větráním :			$\Phi_{V,i} = H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) =$		238,000 [W]
Celková tepelná ztráta místnosti:			$\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} =$		419,126 [W]

Označení místnosti	Název místnosti	Místo stavby: Holasice (lokal.: Brno)	
		Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$:	22 [°C]
1.31.A,B, C,D,E	Mokrý koutek, dětská pracovna jidelní kout, herna, spací kout 1	Výpočtová vnější teplota θ_e :	-12 [°C]

TEPELNÉ ZTRÁTY PROTUPEM								
1. Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí								
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	e_k [-]	$H_{T,ie}=A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ [WK ⁻¹]	
O13	Okno s izolačním trojsklem	0,63	0,750	0,00	0,750	1,0	0,469	
O13	Okno s izolačním trojsklem	0,63	0,750	0,00	0,750	1,0	0,469	
O13	Okno s izolačním trojsklem	0,63	0,750	0,00	0,750	1,0	0,469	
O13	Okno s izolačním trojsklem	0,63	0,750	0,00	0,750	1,0	0,469	
O14	Okno s izolačním trojsklem	2,00	0,750	0,00	0,750	1,0	1,500	
O17	Vstupní dveře plastové se světlíkem	4,73	1,100	0,00	1,100	1,0	5,198	
O14	Okno s izolačním trojsklem	2,00	0,750	0,00	0,750	1,0	1,500	
O14	Okno s izolačním trojsklem	2,00	0,750	0,00	0,750	1,0	1,500	
O15	Okno s izolačním trojsklem	1,20	0,750	0,00	0,750	1,0	0,900	
O15	Okno s izolačním trojsklem	1,20	0,750	0,00	0,750	1,0	0,900	
O15	Okno s izolačním trojsklem	1,20	0,750	0,00	0,750	1,0	0,900	
O16	Okno s izolačním trojsklem	2,10	0,750	0,00	0,750	1,0	1,575	
F01	Obvodová stěna 1	67,02	0,130	0,02	0,150	1,0	10,052	
S03	Střecha s krokviemi po vlašsku	122,68	0,102	0,02	0,122	1,0	14,967	
Celková mětná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí:					$H_{T,ie}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k =$			40,867
2. Tepelné ztráty nevytápěným prostorem								
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	b_u [-]	$H_{T,iue}=A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ [WK ⁻¹]	
Celková mětná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor:					$H_{T,iue}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u =$			0,000
3. Tepelné ztráty/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou								
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	θ_j [°C]	$f_j=(\theta_{int,i}-\theta_j)/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]	$H_{T,ij}=A_k \cdot U_k \cdot f_j$ [WK ⁻¹]		
SN05	Vnitřní skleněná stěna 1.31 / 1.30	2,43	1,500	24	-0,059	-0,214		
SN02	Vnitřní dělicí stěna 1.31 / 1.30	2,44	0,802	24	-0,059	-0,115		
O18	Vnitřní okno do 1.32	0,94	1,500	20	0,059	0,083		
SN04	Vnitřní nosná stěna 1.31 / 1.32	3,85	0,404	20	0,059	0,091		
Celková mětná tep. ztráta/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou:					$H_{T,ij}=\Sigma A_k \cdot U_k \cdot f_j =$			-0,155
4. Tepelné ztráty zeminou								
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	$U_{equiv,k}$ [Wm ⁻² K ⁻¹]	$A_k \cdot U_{equiv,k}$ [WK ⁻¹]	f_{g1} [-]	G_w [-]	$f_{g2}=(\theta_{int,i}-\theta_{m,e})/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]	
P01	Podlaha na zemině	5,49	0,160	0,88	1,450	1,000	0,500	
P03	Podlaha na zemině	113,37	0,160	18,14				
$\theta_{m,e}= 5$ (°C)		$\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k} =$			19,02			
Celková mětná tepelná ztráta zeminou:					$H_{T,ig}=(\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot (f_{g1} \cdot G_w \cdot f_{g2}) =$			13,788 [WK ⁻¹]
Celková mětná tepelná ztráta prostupem:					$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig} =$			54,499 [WK ⁻¹]
Návrhová tepelná ztráta prostupem :					$\Phi_{Ti} = H_{T,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) =$			1852,966 [W]
TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM								
1. Infiltrace přes obálku budovy								
$V_m =$	394,805 m ³	Třída zastínění:	průměrně chráněná		počet oken:	12	$e_i =$ 0,05	
$n_{50} =$	1,0 h ⁻¹	Výška vytápěného prostoru nad terénem:	0-10 [m]		$e_i =$ 1,0			
Množství vzduchu infiltrace obvodovým pláštěm:					$V_{inf,i} = 2 \cdot V_m \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot e_i =$			39,481 [m ³ h ⁻¹]
2. Přívod vzduchu pomocí vzduchotechniky								
Teplota přiváděného vzduchu $\theta_{su,i} =$		22 [°C]				$f_{v,i} =$ 0,000		
Množství vzduchu přiváděného do vytápěného prostoru: $V_{su,i} =$		720 [m ³ h ⁻¹]						
Rozdíl mezi nuceně přiváděným a odváděným vzduchem =		0 [m ³ h ⁻¹] (rovnotlaké větrání)						
Množství vzduchu přívodem vzduchotechniky:					$V_{vzt,i} = V_{su,i} \cdot F_{v,i} + V_{mech,inf,i} =$			0,000 [m ³ h ⁻¹]
Celková mětná tepelná ztráta větráním:					$H_{v,i} = 0,34 \cdot (V_{vzt,i} + V_{inf,i}) =$			13,423 [WK ⁻¹]
Návrhová tepelná ztráta větráním :					$\Phi_{v,i} = H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) =$			456,395 [W]
Celková tepelná ztráta místnosti:					$\Phi_{HL,i} = \Phi_{Ti} + \Phi_{v,i} =$			2309,361 [W]

Označení místnosti	Název místnosti	Místo stavby:	Holasice (lokal.: Brno)
		Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$:	20 [°C]
1.32	KABINET UČITELKA + WC 1	Výpočtová vnější teplota θ_e :	-12 [°C]

TEPELNÉ ZTRÁTY PROTUPEM							
1. Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	e_k [-]	$H_{T,ie}=A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ [WK ⁻¹]
S03	Střecha s krokvení po vlašsku	4,64	0,102	0,02	0,122	1,0	0,566
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí:					$H_{T,ie}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k =$		0,566
2. Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	b_u [-]	$H_{T,iue}=A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ [WK ⁻¹]
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor:					$H_{T,iue}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u =$		0,000
3. Tepelné ztráty/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	θ_j [°C]	$f_j=(\theta_{int,i}-\theta_j)/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]	$H_{T,ij}=A_k \cdot U_k \cdot f_j$ [WK ⁻¹]	
D02	Vnitřní dřevěné dveře do 1.28	1,85	2,000	22	-0,063	-0,231	
SN03	Vnitřní dělicí stěna 1.32 / 1.28	7,24	0,604	22	-0,063	-0,273	
O18	Vnitřní okno	0,94	1,500	22	-0,063	-0,088	
SN04	Vnitřní nosná stěna 1.32 / 1.31	3,85	0,404	22	-0,063	-0,097	
Celková měrná tep. ztráta/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou:					$H_{T,ij}=\Sigma A_k \cdot U_k \cdot f_j =$		-0,689
4. Tepelné ztráty zeminou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	$U_{equiv,k}$ [Wm ⁻² K ⁻¹]	$A_k \cdot U_{equiv,k}$ [WK ⁻¹]	f_{g1} [-]	G_w [-]	$f_{g2}=(\theta_{int,i}-\theta_{m,e})/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]
P03	Podlaha na zemině	4,55	0,160	0,73	1,450	1,000	0,469
$\theta_{m,e}= 5$ (°C)		$\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k} =$		0,73			
Celková měrná tepelná ztráta zeminou:					$H_{T,ig}=(\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot (f_{g1} \cdot G_w + f_{g2}) =$		0,495 [WK ⁻¹]
Celková měrná tepelná ztráta prostupem:					$H_{t,i}=H_{T,ie}+H_{T,iue}+H_{T,ij}+H_{T,ig} =$		0,372 [WK ⁻¹]
Návrhová tepelná ztráta prostupem :					$\Phi_{Ti}=H_{t,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) =$		11,910 [W]

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM							
1. Infiltrace přes obálku budovy							
$V_m=$	12,922	m ³	Třída zastínění: průměrně chráněná	počet oken: 0	$e_i=$ 0		
$n_{50}=$	1,0	h ⁻¹	Výška vytápěného prostoru nad terénem: 0-10 [m]	$\epsilon_i=$ 1,0			
Množství vzduchu infiltrace obvodovým pláštěm:				$V_{inf,i}= 2 \cdot V_m \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \epsilon_i =$		0,000 [m ³ h ⁻¹]	
2. Přívod vzduchu pomocí vzduchotechniky							
Teplota přiváděného vzduchu $\theta_{su,i} =$		22	[°C]	$f_{v,i}=$		-0,063	
Množství vzduchu přiváděného do vytápěného prostoru: $V_{su,i}=$		80	[m ³ h ⁻¹]				
Rozdíl mezi nuceně přiváděným a odváděným vzduchem =		0	[m ³ h ⁻¹] (rovnotlaké větrání)				
Množství vzduchu přívozem vzduchotechniky:				$V_{vz,i}=V_{su,i} \cdot F_{v,i} + V_{mech,inf,i}=$		-5,000 [m ³ h ⁻¹]	
Celková měrná tepelná ztráta větráním:				$H_{v,i} = 0,34 \cdot (V_{vz,i} + V_{inf,i}) =$		-1,700 [WK ⁻¹]	
Návrhová tepelná ztráta větráním :				$\Phi_{V,i}=H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) =$		-54,400 [W]	
Celková tepelná ztráta místnosti:				$\Phi_{HL,i} = \Phi_{Ti} + \Phi_{V,i} =$		-42,490 [W]	

Označení místnosti	Název místnosti	Místo stavby:	Holasice (lokal.: Brno)	
		Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$:	20	[°C]
1.33	ŠATNA DĚTI 2	Výpočtová vnější teplota θ_e :	-12	[°C]

TEPELNÉ ZTRÁTY PROTUPEM				
-------------------------	--	--	--	--

1. Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	e_k [-]	$H_{T,ie}=A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ [WK ⁻¹]
S03	Střecha s krokvení po vlašsku	17,14	0,102	0,02	0,122	1,0	2,091
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí:					$H_{T,ie}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k =$ 2,091		

2. Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	b_u [-]	$H_{T,iue}=A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ [WK ⁻¹]
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor:					$H_{T,iue}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u =$ 0,000		

3. Tepelné ztráty/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	θ_j [°C]	$f_j=(\theta_{int,i}-\theta_j)/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]	$H_{T,ij}=A_k \cdot U_k \cdot f_j$ [WK ⁻¹]	
D02	Vnitřní dveře do 1.21	1,85	2,000	18	0,063	0,231	
SN04	Vnitřní nosná stěna 1.33 / 1.21	5,95	0,404	18	0,063	0,150	
SN04	Vnitřní nosná stěna 1.33 / 1.26	13,53	0,404	18	0,063	0,342	
SN04	Vnitřní nosná stěna 1.33 / 1.25	4,61	0,404	22	-0,063	-0,116	
D02	Vnitřní dveře do 1.34	1,85	2,000	22	-0,063	-0,231	
SN03	Vnitřní dělicí stěna 1.33 / 1.34	0,34	0,604	22	-0,063	-0,013	
SN05	Vnitřní skleněná stěna 1.33 / 1.34	1,85	1,500	22	-0,063	-0,173	
SN03	Vnitřní dělicí stěna 1.33 / 1.35	0,89	0,604	24	-0,125	-0,067	
SN05	Vnitřní skleněná stěna 1.33 / 1.35	2,31	1,500	24	-0,125	-0,434	
Celková měrná tep. ztráta/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou:					$H_{T,ij}=\Sigma A_k \cdot U_k \cdot f_j =$ -0,312		

4. Tepelné ztráty zeminou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	$U_{equiv,k}$ [Wm ⁻² K ⁻¹]	$A_k \cdot U_{equiv,k}$ [WK ⁻¹]	f_{g1} [-]	G_w [-]	$f_{g2}=(\theta_{int,i}-\theta_{m,e}) / (\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]
P03	Podlaha na zemině	16,80	0,160	2,69	1,450	1,000	0,469
$\theta_{m,e}= 5$ (°C)		$\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k} =$ 2,69					
Celková měrná tepelná ztráta zeminou:					$H_{T,ig}=(\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot (f_{g1} \cdot G_w \cdot f_{g2}) =$ 1,827 [WK ⁻¹]		
Celková měrná tepelná ztráta prostupem:					$H_{t,i}=H_{T,ie}+H_{T,iue}+H_{T,ij}+H_{T,ig} =$ 3,607 [WK ⁻¹]		
Návrhová tepelná ztráta prostupem :					$\Phi_{T,i}=H_{t,i} \cdot (\theta_{int,i}-\theta_e) =$ 115,411 [W]		

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM				
-------------------------	--	--	--	--

1. Infiltrace přes obálku budovy				
$V_m=$ 42,000 m ³	Třída zastínění: průměrně chráněná	počet oken: 0	$e_i= 0$	
$n_{50}= 1,0$ h ⁻¹	Výška vytápěného prostoru nad terénem: 0-10 [m]	$\epsilon_i= 1,0$		
Množství vzduchu infiltrace obvodovým pláštěm:		$V_{inf,i}= 2 \cdot V_m \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \epsilon_i =$ 0,000 [m ³ h ⁻¹]		

2. Přívod vzduchu pomocí vдуchotechniky				
Teplota přiváděného vдуchu $\theta_{su,i} =$ 22 [°C]	$f_{v,i}= -0,063$			
Množství vдуchu přiváděného do vytápěného prostoru: $V_{su,i}=$ 130 [m ³ h ⁻¹]				
Rozdíl mezi nuceně přiváděným a odváděným vдуchem = 0 [m ³ h ⁻¹] (rovnotlaké větrání)				
Množství vдуchu přívodem vдуchotechniky:	$V_{vzt,i}=V_{su,i} \cdot F_{v,i} + V_{mech,inf,i}= -8,125$ [m ³ h ⁻¹]			
Celková měrná tepelná ztráta větráním:		$H_{v,i}= 0,34 \cdot (V_{vzt,i} + V_{inf,i}) =$ -2,763 [WK ⁻¹]		
Návrhová tepelná ztráta větráním :		$\Phi_{V,i}=H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i}-\theta_e) =$ -88,400 [W]		
Celková tepelná ztráta místnosti:		$\Phi_{HL,i}= \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} =$ 27,011 [W]		

Označení místnosti	Název místnosti	Místo stavby:		Holasice (lokal.: Brno)	
		Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$:		22	[°C]
1.34	CHODBA 4	Výpočtová vnější teplota θ_e :		-12	[°C]

TEPELNÉ ZTRÁTY PROTUPEM					
-------------------------	--	--	--	--	--

1. Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	e_k [-]	$H_{T,ie}=A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ [WK ⁻¹]
S03	Střecha s krokvení po vlašsku	3,79	0,102	0,02	0,122	1,0	0,462
Celková mětná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí:					$H_{T,ie}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k =$		0,462

2. Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	b_u [-]	$H_{T,iue}=A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ [WK ⁻¹]
Celková mětná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor:					$H_{T,iue}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u =$		0,000

3. Tepelné ztráty/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	θ_j [°C]	$f_j=(\theta_{int,i}-\theta_j)/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]	$H_{T,ij}=A_k \cdot U_k \cdot f_j$ [WK ⁻¹]	
D02	Vnitřní dveře do 1.33	1,85	2,000	20	0,059	0,218	
SN03	Vnitřní dělicí stěna 1.34 / 1.33	0,34	0,604	20	0,059	0,012	
SN05	Vnitřní skleněná stěna 1.34 / 1.33	1,85	1,500	20	0,059	0,163	
D01	Vnitřní dveře do 1.38	1,85	2,000	20	0,059	0,218	
SN03	Vnitřní dělicí stěna 1.34 / 1.38	7,24	0,604	20	0,059	0,257	
D07	Vnitřní dveře do 1.35	1,64	2,000	24	-0,059	-0,193	
SN02	Vnitřní dělicí stěna 1.34 / 1.35	1,62	0,802	24	-0,059	-0,076	
SN05	Vnitřní skleněná stěna 1.34 / 1.35	4,39	1,500	24	-0,059	-0,388	
Celková mětná tep. ztráta/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou:					$H_{T,ij}=\Sigma A_k \cdot U_k \cdot f_j =$		0,211

4. Tepelné ztráty zeminou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	$U_{equiv,k}$ [Wm ⁻² K ⁻¹]	$A_k \cdot U_{equiv,k}$ [WK ⁻¹]	f_{g1} [-]	G_w [-]	$f_{g2}=(\theta_{int,i}-\theta_{m,e})/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]
P03	Podlaha na zemině	3,71	0,160	0,59	1,450	1,000	0,500
$\theta_{m,e}= 5$ (°C)		$\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k} =$		0,59			
Celková mětná tepelná ztráta zeminou:					$H_{T,ig}=(\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot (f_{g1} \cdot G_w \cdot f_{g2}) =$		0,430 [WK ⁻¹]
Celková mětná tepelná ztráta prostupem:					$H_{t,i}=H_{T,ie}+H_{T,iue}+H_{T,ij}+H_{T,ig} =$		1,103 [WK ⁻¹]
Návrhová tepelná ztráta prostupem :					$\Phi_{T,i}=H_{t,i} \cdot (\theta_{int,i}-\theta_e) =$		37,508 [W]

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM					
-------------------------	--	--	--	--	--

1. Infiltrace přes obálku budovy						
$V_m=$	10,527	m ³	Třída zastínění:	průměrně chráněná	počet oken: 0	$e_i=$ 0
$n_{50}=$	1,0	h ⁻¹	Výška vytápěného prostoru nad terénem:	0-10 [m]		$\epsilon_i=$ 1,0
Množství vzduchu infiltrace obvodovým pláštěm:			$V_{inf,i}= 2 \cdot V_m \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \epsilon_i =$			0,000 [m ³ h ⁻¹]

2. Přívod vzduchu pomocí vдуchotechniky						
Teplota přiváděného vzduchu $\theta_{su,i} =$			22	[°C]	$f_{v,i}=$	0,000
Množství vzduchu přiváděného do vytápěného prostoru: $V_{su,i}=$			300	[m ³ h ⁻¹]		
Rozdíl mezi nuceně přiváděným a odváděným vzduchem =			0	[m ³ h ⁻¹]	(rovnotlaké větrání)	
Množství vzduchu přívodem vдуchotechniky:			$V_{vzt,i}=V_{su,i} \cdot F_{v,i} + V_{mech,inf,i}=$			0,000 [m ³ h ⁻¹]
Celková mětná tepelná ztráta větráním:			$H_{v,i}= 0,34 \cdot (V_{vzt,i} + V_{inf,i}) =$			0,000 [WK ⁻¹]
Návrhová tepelná ztráta větráním :			$\Phi_{v,i}=H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i}-\theta_e) =$			0,000 [W]
Celková tepelná ztráta místnosti:			$\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i} =$			37,508 [W]

Označení místnosti	Název místnosti	Místo stavby:		Holasice (lokal.: Brno)	
		Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$:		24	[°C]
1.35	UMYVÁRNA 2	Výpočtová vnější teplota θ_e :		-12	[°C]

TEPELNÉ ZTRÁTY PROTUPEM					
-------------------------	--	--	--	--	--

1. Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	e_k [-]	$H_{T,ie}=A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ [WK ⁻¹]
S03	Střecha s krokvemi po vlašsku	7,74	0,102	0,02	0,122	1,0	0,945
Celková mětná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí:					$H_{T,ie}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k =$ 0,945		

2. Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	b_u [-]	$H_{T,iue}=A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ [WK ⁻¹]
F03	Vnější mezi sousední budovou	11,36	0,266	0,02	0,286	0,250	0,812
Celková mětná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor:					$H_{T,iue}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u =$ 0,812		

3. Tepelné ztráty/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	θ_j [°C]	$f_j=(\theta_{int,i}-\theta_j)/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]	$H_{T,ij}=A_k \cdot U_k \cdot f_j$ [WK ⁻¹]	
D02	Vnitřní dveře do 1.36	1,85	2,000	20	0,111	0,411	
SN02	Vnitřní dělicí stěna 1.35 / 1.36	0,89	0,802	20	0,111	0,080	
SN05	Vnitřní skleněná stěna 1.35 / 1.36	3,62	1,500	20	0,111	0,603	
SN03	Vnitřní dělicí stěna 1.35 / 1.33	0,89	0,604	20	0,111	0,060	
SN05	Vnitřní skleněná stěna 1.35 / 1.33	2,31	1,500	20	0,111	0,385	
D07	Vnitřní dveře do 1.34	1,64	2,000	22	0,056	0,182	
SN02	Vnitřní dělicí stěna 1.35 / 1.34	1,62	0,802	22	0,056	0,072	
SN05	Vnitřní skleněná stěna 1.35 / 1.34	4,39	1,500	22	0,056	0,366	
D08	Vnitřní skleněné dveře do 1.37	1,76	1,500	22	0,056	0,147	
SN05	Vnitřní skleněná stěna 1.35 / 1.37	1,49	1,500	22	0,056	0,124	
SN02	Vnitřní dělicí stěna 1.35 / 1.37	2,15	0,802	22	0,056	0,096	
Celková mětná tep. ztráta/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou:					$H_{T,ij}=\Sigma A_k \cdot U_k \cdot f_j =$ 2,526		

4. Tepelné ztráty zeminou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	$U_{equiv,k}$ [Wm ⁻² K ⁻¹]	$A_k \cdot U_{equiv,k}$ [WK ⁻¹]	f_{g1} [-]	G_w [-]	$f_{g2}=(\theta_{int,i}-\theta_{m,e}) / (\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]
P01	Podlaha na zemině	7,59	0,160	1,21	1,450	1,000	0,528
$\theta_{m,e}= 5$ (°C)		$\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k} =$		1,21			
Celková mětná tepelná ztráta zeminou:					$H_{T,ig}=(\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot (f_{g1} \cdot G_w \cdot f_{g2}) =$ 0,929 [WK ⁻¹]		
Celková mětná tepelná ztráta prostupem:					$H_{Ti}=H_{T,ie}+H_{T,iue}+H_{T,ij}+H_{T,ig} =$ 5,213 [WK ⁻¹]		
Návrhová tepelná ztráta prostupem :					$\Phi_{Ti}=H_{Ti} \cdot (\theta_{int,i}-\theta_e) =$ 187,650 [W]		

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM					
-------------------------	--	--	--	--	--

1. Infiltrace přes obálku budovy							
$V_m=$	22,315 m ³	Třída zastínění:	průměrně chráněná	počet oken:	0	$e_i=$	0
$n_{50}=$	1,0 h ⁻¹	Výška vytápěného prostoru nad terénem:	0-10 [m]			$\epsilon_i=$	1,0
Množství vzduchu infilrací obvodovým pláštěm:				$V_{inf,i}= 2 \cdot V_m \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \epsilon_i =$		0,000 [m ³ h ⁻¹]	

2. Přívod vzduchu pomocí vzduchotechniky							
Teplota přiváděného vzduchu $\theta_{su,i} =$		22 [°C]		$f_{v,i}=$		0,056	
Množství vzduchu přiváděného do vytápěného prostoru: $V_{su,i}=$		400 [m ³ h ⁻¹]					
Rozdíl mezi nuceně přiváděným a odváděným vzduchem =		0 [m ³ h ⁻¹] (rovnotlaké větrání)					
Množství vzduchu přívodem vzduchotechniky:		$V_{vt,i}=V_{su,i} \cdot F_{v,i} + V_{mech,inf,i}=$		22,222		[m ³ h ⁻¹]	
Celková mětná tepelná ztráta větráním:				$H_{v,i}= 0,34 \cdot (V_{vt,i} + V_{inf,i}) =$		7,556 [WK ⁻¹]	
Návrhová tepelná ztráta větráním :				$\Phi_{v,i}=H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i}-\theta_e) =$		272,000 [W]	
Celková tepelná ztráta místnosti:				$\Phi_{HL,i}= \Phi_{Ti} + \Phi_{v,i} =$		459,650 [W]	

Označení místnosti	Název místnosti	Místo stavby:		Holasice (lokal.: Brno)			
		Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$:		20	[°C]		
1.36	WC-DĚTI 2	Výpočtová vnější teplota θ_e :		-12	[°C]		
TEPELNÉ ZTRÁTY PROTUPEM							
1. Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	e_k [-]	$H_{T,ie}=A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ [WK ⁻¹]
S03	Střecha s krokvení po vlašsku	8,98	0,102	0,02	0,122	1,0	1,096
Celková mětná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí:				$H_{T,ie}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k =$		1,096	
2. Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	b_u [-]	$H_{T,iue}=A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ [WK ⁻¹]
F03	Vnější mezi sousední budovou	15,31	0,266	0,02	0,286	0,156	0,683
SN04	Vnitřní nosná stěna k inst. předst.	4,02	0,404	0,02	0,424	0,156	0,266
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor:				$H_{T,iue}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u =$		0,949	
3. Tepelné ztráty/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	θ_j [°C]	$f_j=(\theta_{int,i}-\theta_j)/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]	$H_{T,ij}=A_k \cdot U_k \cdot f_j$ [WK ⁻¹]	
SN04	Vnitřní nosná stěna 1.36 / 1.20	4,42	0,404	18	0,063	0,112	
D02	Vnitřní dveře do 1.35	1,85	2,000	24	-0,125	-0,463	
SN02	Vnitřní dělicí stěna 1.36 / 1.35	0,89	0,802	24	-0,125	-0,089	
SN05	Vnitřní skleněná stěna 1.36 / 1.35	3,62	1,500	24	-0,125	-0,679	
Celková měrná tep. ztráta/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou:				$H_{T,ij}=\Sigma A_k \cdot U_k \cdot f_j =$		-1,119	
4. Tepelné ztráty zeminou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	$U_{equiv,k}$ [Wm ⁻² K ⁻¹]	$A_k \cdot U_{equiv,k}$ [WK ⁻¹]	f_{g1} [-]	G_w [-]	$f_{g2}=(\theta_{int,i}-\theta_{m,e}) / (\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]
P01	Podlaha na zemině	8,80	0,160	1,41	1,450	1,000	0,469
$\theta_{m,e}=$ 5 (°C)	$\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k} =$			1,41			
Celková měrná tepelná ztráta zeminou:				$H_{T,ig}=(\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot (f_{g1} \cdot G_w \cdot f_{g2}) =$		0,957 [WK ⁻¹]	
Celková měrná tepelná ztráta prostupem:				$H_{t,i}=H_{T,ie}+H_{T,iue}+H_{T,ij}+H_{T,ig} =$		1,882 [WK ⁻¹]	
Návrhová tepelná ztráta prostupem :				$\Phi_{T,i}=H_{t,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) =$		60,228 [W]	
TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM							
1. Infiltrace přes obálku budovy							
$V_m=$ 22,000 m ³	Třída zastínění: průměrně chráněná	počet oken: 0		$e_i=$ 0			
$n_{50}=$ 1,0 h ⁻¹	Výška vytápěného prostoru nad terénem: 0-10 [m]			$\epsilon_i=$ 1,0			
Množství vzduchu infilrací obvodovým pláštěm:		$V_{inf,i} = 2 \cdot V_m \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \epsilon_i =$		0,000		[m ³ h ⁻¹]	
2. Přívod vzduchu pomocí vzduchotechniky							
Teplota přiváděného vzduchu $\theta_{su,i} =$ 24 [°C]				$f_{v,i}=$ -0,125			
Množství vzduchu přiváděného do vytápěného prostoru: $V_{su,i}=$ 250		[m ³ h ⁻¹]					
Rozdíl mezi nuceně přiváděným a odváděným vzduchem = 0		[m ³ h ⁻¹] (rovnotlaké větrání)					
Množství vzduchu přívodem vzduchotechniky:		$V_{vzt,i}=V_{su,i} \cdot F_{v,i} + V_{mech,inf,i}=$		-31,250		[m ³ h ⁻¹]	
Celková měrná tepelná ztráta větráním:		$H_{v,i} = 0,34 \cdot (V_{vzt,i} + V_{inf,i}) =$		-10,625		[WK ⁻¹]	
Návrhová tepelná ztráta větráním :		$\Phi_{v,i}=H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) =$		-340,000		[W]	
Celková tepelná ztráta místnosti:		$\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i} =$		-279,772		[W]	

Označení místnosti	Název místnosti	Místo stavby: Holasice (lokál.: Brno)					
		Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$:	22 [°C]				
1.37.A,B, C,D,E	Mokřý koutek, dětská pracovna jídelní kout, herna, spací kout 2	Výpočtová vnější teplota θ_e :	-12 [°C]				
TEPELNÉ ZTRÁTY PROTUPEM							
1. Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	e_k [-]	$H_{T,ie}=A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ [WK ⁻¹]
O14	Okno s izolačním trojsklem	2,00	0,750	0,00	0,750	1,0	1,500
O17	Vstupní dveře plastové se světlíkem	4,73	1,100	0,00	1,100	1,0	5,198
O14	Okno s izolačním trojsklem	2,00	0,750	0,00	0,750	1,0	1,500
O14	Okno s izolačním trojsklem	2,00	0,750	0,00	0,750	1,0	1,500
O15	Okno s izolačním trojsklem	1,20	0,750	0,00	0,750	1,0	0,900
O15	Okno s izolačním trojsklem	1,20	0,750	0,00	0,750	1,0	0,900
O15	Okno s izolačním trojsklem	1,20	0,750	0,00	0,750	1,0	0,900
O15	Okno s izolačním trojsklem	1,20	0,750	0,00	0,750	1,0	0,900
O15	Okno s izolačním trojsklem	1,20	0,750	0,00	0,750	1,0	0,900
O16	Okno s izolačním trojsklem	2,10	0,750	0,00	0,750	1,0	1,575
F01	Obvodová stěna 1	35,30	0,130	0,02	0,150	1,0	5,295
S03	Střecha s krokviemi po vlašsku	126,08	0,102	0,02	0,122	1,0	15,382
Celková mětná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí:					$H_{T,ie}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k =$		34,950
2. Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	b_u [-]	$H_{T,iue}=A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ [WK ⁻¹]
F03	Vnější mezi sousední budovou	39,86	0,266	0,02	0,286	0,206	2,347
SN02	Vnitřní dělicí stěna k nevytáp. prostoru	7,66	0,802	0,02	0,822	0,206	1,296
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor:					$H_{T,iue}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u =$		3,643
3. Tepelné ztráty/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	θ_j [°C]	$f_j=(\theta_{int,i}-\theta_j)/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]	$H_{T,ij}=A_k \cdot U_k \cdot f_j$ [WK ⁻¹]	
D08	Vnitřní skleněné dveře do 1.35	1,76	1,500	24	-0,059	-0,155	
SN05	Vnitřní skleněná stěna 1.37 / 1.35	1,49	1,500	24	-0,059	-0,131	
SN02	Vnitřní dělicí stěna 1.37 / 1.35	2,15	0,802	24	-0,059	-0,101	
O18	Vnitřní okno	0,94	1,500	20	0,059	0,083	
SN04	Vnitřní nosná stěna 1.38 / 1.37	3,85	0,404	20	0,059	0,091	
Celková měrná tep. ztráta/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou:					$H_{T,ij}=\Sigma A_k \cdot U_k \cdot f_j =$		-0,214
4. Tepelné ztráty zeminou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	$U_{equiv,k}$ [Wm ⁻² K ⁻¹]	$A_k \cdot U_{equiv,k}$ [WK ⁻¹]	f_{g1} [-]	G_w [-]	$f_{g2}=(\theta_{int,i}-\theta_{m,e}) / (\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]
P01	Podlaha na zemině	6,40	0,160	1,02	1,450	1,000	0,500
P03	Podlaha na zemině	110,52	0,160	17,68			
$\theta_{m,e}= 5$ (°C)		$\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k} =$		18,71			
Celková měrná tepelná ztráta zeminou:				$H_{T,ig}=(\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot (f_{g1} \cdot G_w + f_{g2}) =$		13,563 [WK ⁻¹]	
Celková měrná tepelná ztráta prostupem:				$H_{T,i}=H_{T,ie}+H_{T,iue}+H_{T,ij}+H_{T,ig} =$		51,942 [WK ⁻¹]	
Návrhová tepelná ztráta prostupem :				$\Phi_{Ti}=H_{T,i} \cdot (\theta_{int,i}-\theta_e) =$		1766,039 [W]	
TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM							
1. Infiltrace přes obálku budovy							
$V_m= 403,224$ m ³	Třída zastínění:	průměrně chráněná		počet oken:	10		$e_i= 0,05$
$n_{50}= 1,0$ h ⁻¹	Výška vytápěného prostoru nad terénem:	0-10 [m]		$e_i= 1,0$			
Množství vzduchu infiltrací obvodovým pláštěm:				$V_{inf,i}= 2 \cdot V_m \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot e_i =$			
				40,322 [m ³ h ⁻¹]			
2. Přívod vzduchu pomocí vдуchotechniky							
Teplota přiváděného vzduchu $\theta_{su,i} =$		22 [°C]				$f_{v,i}= 0,000$	
Množství vzduchu přiváděného do vytápěného prostoru: $V_{su,i}=$		648		[m ³ h ⁻¹]			
Rozdíl mezi nuceně přiváděným a odváděným vzduchem =		0		[m ³ h ⁻¹] (rovnotlaké větrání)			
Množství vzduchu přívodem vдуchotechniky:		$V_{vzt,i}=V_{su,i} \cdot F_{v,i} + V_{mech,inf,i}=$		0,000		[m³h⁻¹]	
Celková měrná tepelná ztráta větráním:				$H_{v,i} = 0,34 \cdot (V_{vzt,i} + V_{inf,i}) =$		13,710 [WK ⁻¹]	
Návrhová tepelná ztráta větráním :				$\Phi_{v,i}=H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i}-\theta_e) =$		466,127 [W]	
Celková tepelná ztráta místnosti:				$\Phi_{HL,i} = \Phi_{Ti} + \Phi_{v,i} =$		2232,166 [W]	

Označení místnosti	Název místnosti	Místo stavby:		Holasice (lokal.: Brno)			
		Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$:		20		[°C]	
1.38	KABINET UČITELKA + WC 2	Výpočtová vnější teplota θ_e :		-12		[°C]	
TEPELNÉ ZTRÁTY PROTUPEM							
1. Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	e_k [-]	$H_{T,ie}=A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ [WK ⁻¹]
S03	Střecha s krokvení po vlašsku	4,13	0,102	0,02	0,122	1,0	0,504
Celková mětná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí:				$H_{T,ie}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k =$		0,504	
2. Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	b_u [-]	$H_{T,iue}=A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ [WK ⁻¹]
Celková mětná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor:				$H_{T,iue}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u =$		0,000	
3. Tepelné ztráty/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	θ_j [°C]	$f_j=(\theta_{int,i}-\theta_j)/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]	$H_{T,ij}=A_k \cdot U_k \cdot f_j$ [WK ⁻¹]	
SN04	Vnitřní nosná stěna 1.38 / 1.25	0,30	0,404	18	0,063	0,008	
D01	Vnitřní dveře do 1.34	1,85	2,000	22	-0,063	-0,231	
SN03	Vnitřní dělicí stěna 1.38 / 1.34	7,24	0,604	22	-0,063	-0,273	
O18	Vnitřní okno	0,94	1,500	22	-0,063	-0,088	
SN04	Vnitřní nosná stěna 1.38 / 1.37	3,85	0,404	22	-0,063	-0,097	
Celková mětná tep. ztráta/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou:				$H_{T,ij}=\Sigma A_k \cdot U_k \cdot f_j =$		-0,682	
4. Tepelné ztráty zeminou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	$U_{equiv,k}$ [Wm ⁻² K ⁻¹]	$A_k \cdot U_{equiv,k}$ [WK ⁻¹]	f_{g1} [-]	G_w [-]	$f_{g2}=(\theta_{int,i}-\theta_{m,e})/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]
P03	Podlaha na zemině	4,05	0,160	0,65	1,450	1,000	0,469
$\theta_{m,e}=5$	(°C)	$\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k} =$					
Celková mětná tepelná ztráta zeminou:				$H_{T,ig}=(\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot (f_{g1} \cdot G_w \cdot f_{g2}) =$		0,440 [WK ⁻¹]	
Celková mětná tepelná ztráta prostupem:				$H_{t,i}=H_{T,ie}+H_{T,iue}+H_{T,ij}+H_{T,ig} =$		0,263 [WK ⁻¹]	
Návrhová tepelná ztráta prostupem :				$\Phi_{T,i}=H_{t,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) =$		8,402 [W]	
TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM							
1. Infiltrace přes obálku budovy							
$V_m=11,563$	m ³	Třída zastínění: průměrně chráněná	počet oken: 0	$e_i=0$			
$n_{50}=1,0$	h ⁻¹	Výška vytápěného prostoru nad terénem: 0-10 [m]	$\epsilon_i=1,0$				
Množství vzduchu infiltrace obvodovým pláštěm:			$V_{inf,i}=2 \cdot V_m \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \epsilon_i =$		0,000 [m ³ h ⁻¹]		
2. Přívod vzduchu pomocí vzduchotechniky							
Teplota přiváděného vzduchu $\theta_{su,i} =$		22 [°C]		$f_{v,i} =$		-0,063	
Množství vzduchu přiváděného do vytápěného prostoru: $V_{su,i} =$		80 [m ³ h ⁻¹]					
Rozdíl mezi nuceně přiváděným a odváděným vzduchem =		0 [m ³ h ⁻¹] (rovnotlaké větrání)					
Množství vzduchu přívodem vzduchotechniky:		$V_{vz,i}=V_{su,i} \cdot F_{v,i} + V_{mech,inf,i} =$		-5,000 [m ³ h ⁻¹]			
Celková mětná tepelná ztráta větráním:		$H_{v,i} = 0,34 \cdot (V_{vz,i} + V_{inf,i}) =$		-1,700 [WK ⁻¹]			
Návrhová tepelná ztráta větráním :		$\Phi_{V,i}=H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) =$		-54,400 [W]			
Celková tepelná ztráta místnosti:		$\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} =$		-45,998 [W]			

Označení místnosti	Název místnosti	Místo stavby:	Holasice (lokal.: Brno)
		Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$:	18 [°C]
2.01	SCHODIŠTĚ	Výpočtová vnější teplota θ_e :	-12 [°C]

TEPELNÉ ZTRÁTY PROTUPEM							
--------------------------------	--	--	--	--	--	--	--

1. Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	e_k [-]	$H_{T,ie}=A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ [WK ⁻¹]
F01	Obvodová stěna I	30,52	0,130	0,02	0,150	1,0	4,578
S01	Plochá střecha	6,11	0,108	0,02	0,128	1,0	0,782
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí:						$H_{T,ie}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k =$	5,360

2. Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	b_u [-]	$H_{T,iue}=A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ [WK ⁻¹]
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor:						$H_{T,iue}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u =$	0,000

3. Tepelné ztráty/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	θ_j [°C]	$f_j=(\theta_{int,i}-\theta_j)/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]	$H_{T,ij}=A_k \cdot U_k \cdot f_j$ [WK ⁻¹]	
Celková měrná tep. ztráta/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou:						$H_{T,ij}=\Sigma A_k \cdot U_k \cdot f_j =$	0,000

4. Tepelné ztráty zemínou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	$U_{equiv,k}$ [Wm ⁻² K ⁻¹]	$A_k \cdot U_{equiv,k}$ [WK ⁻¹]	f_{g1} [-]	G_w [-]	$f_{g2}=(\theta_{int,i}-\theta_{m,e})/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]
-	-	-	-	-	1,450	1,000	0,433
$\theta_{m,e} = 5$ (°C)		$\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k} =$		0,00			
Celková měrná tepelná ztráta zemínou:				$H_{T,ig}=(\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot (f_{g1} \cdot G_w \cdot f_{g2}) =$	0,000	[WK⁻¹]	

Celková měrná tepelná ztráta prostupem:				$H_{ti}=H_{T,ie}+H_{T,iue}+H_{T,ij}+H_{T,ig} =$	5,360	[WK⁻¹]	
--	--	--	--	---	--------------	----------------------------	--

Návrhová tepelná ztráta prostupem :				$\Phi_{Ti}=H_{ti} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) =$	160,802	[W]	
--	--	--	--	--	----------------	--------------	--

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM							
--------------------------------	--	--	--	--	--	--	--

1. Infiltrace přes obálku budovy							
$V_m =$	32,050	m ³	úda zastínění:	průměrně chráněná	počet oken:	0	$e_i =$ 0,00
$n_{50} =$	1,0	h ⁻¹	úho prostoru nad terénem:		0-10 [m]		$\epsilon_i =$ 1,0
Množství vzduchu infiltrace obvodovým pláštěm:				$V_{inf,i} = 2 \cdot V_m \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \epsilon_i =$			
				0,000 [m³h⁻¹]			

2. Přívod vzduchu pomocí vzduchotechniky							
Teplota přiváděného vzduchu $\theta_{su,i} =$		18	[°C]	$f_{v,i} =$		0,000	
Množství vzduchu přiváděného do vytápěného prostoru: $V_{su,i} =$		240	[m ³ h ⁻¹]				
Rozdíl mezi nuceně přiváděným a odváděným vzduchem =		0	[m ³ h ⁻¹]	(rovnotlaké větrání)			
Množství vzduchu přívodem vzduchotechniky:				$V_{vzt,i} = V_{su,i} \cdot F_{v,i} + V_{mech,inf,i} =$			
				0,000 [m³h⁻¹]			
Celková měrná tepelná ztráta větráním:				$H_{v,i} = 0,34 \cdot (V_{vzt,i} + V_{inf,i}) =$			
				0,000 [WK⁻¹]			
Návrhová tepelná ztráta větráním :				$\Phi_{v,i} = H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) =$			
				0,000 [W]			
Celková tepelná ztráta místnosti:				$\Phi_{HL,i} = \Phi_{Ti} + \Phi_{v,i} =$			
				160,802 [W]			

Označení místnosti	Název místnosti	Místo stavby:	Holasice (lokal.: Brno)
		Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$:	18 [°C]
2.02	HALA 2	Výpočtová vnější teplota θ_e :	-12 [°C]

TEPELNÉ ZTRÁTY PROTUPEM							
1. Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	e_k [-]	$H_{T,ie}=A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ [WK ⁻¹]
O22	Okno s izolačním trojsklem	1,89	0,750	0,00	0,750	1,0	1,418
O07	Okno s izolačním trojsklem	1,00	0,750	0,00	0,750	1,0	0,750
F01	Obvodová stěna 1	13,26	0,130	0,02	0,150	1,0	1,989
S01	Plochá střecha	27,21	0,108	0,02	0,128	1,0	3,483
P04	Podlaha nad stropem 1.NP	2,81	0,563	0,02	0,583	1,0	0,922
Celková mětná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí:						$H_{T,ie}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k =$	8,562
2. Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	b_u [-]	$H_{T,iue}=A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ [WK ⁻¹]
Celková mětná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor:						$H_{T,iue}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u =$	0,000
3. Tepelné ztráty/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	θ_j [°C]	$f_j=(\theta_{int,i}-\theta_j)/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]	$H_{T,ij}=A_k \cdot U_k \cdot f_j$ [WK ⁻¹]	
D02	Vnitřní dřevěné dveře do 2.06	1,85	2,000	20	-0,067	-0,247	
SN03	Vnitřní dělicí stěna 2.02 / 2.06	1,84	0,604	20	-0,067	-0,074	
D01	Vnitřní dřevěné dveře do 2.07	1,85	2,000	20	-0,067	-0,247	
SN03	Vnitřní dělicí stěna 2.02 / 2.07	9,96	0,604	20	-0,067	-0,401	
D01	Vnitřní dřevěné dveře do 2.08	1,85	2,000	20	-0,067	-0,247	
SN03	Vnitřní dělicí stěna 2.02 / 2.08	7,90	0,604	20	-0,067	-0,318	
D02	Vnitřní dřevěné dveře do 2.03	1,85	2,000	20	-0,067	-0,247	
SN03	Vnitřní dělicí stěna 2.02 / 2.03	20,59	0,604	20	-0,067	-0,829	
P05	Podlaha nad 1.NP	5,48	0,579	15	0,100	0,317	
D07	Vnitřní dveře do 2.02	1,64	2,000	18	0,000	0,000	
D07	Vnitřní dveře do 2.02	1,64	2,000	18	0,000	0,000	
SN03	Vnitřní dělicí stěna 2.02 / 2.10, 2,11	6,81	0,604	20	-0,067	-0,274	
D02	Vnitřní dřevěné dveře do 2.02	1,85	2,000	15	0,100	0,370	
SN03	Vnitřní dělicí stěna 2.04 / 2.04	5,29	0,604	15	0,100	0,320	
Celková mětná tep. ztráta/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou:						$H_{T,ij}=\Sigma A_k \cdot U_k \cdot f_j =$	-2,566
4. Tepelné ztráty zeminou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	$U_{equiv,k}$ [Wm ⁻² K ⁻¹]	$A_k \cdot U_{equiv,k}$ [WK ⁻¹]	f_{g1} [-]	G_w [-]	$f_{g2}=(\theta_{int,i}-\theta_{m,e})/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]
-	-	-	-	-	1,450	1,000	0,433
$\theta_{m,e}= 5$ [°C]		$\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k} =$			0,00		
Celková mětná tepelná ztráta zeminou:						$H_{T,ig}=(\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot (f_{g1} \cdot G_w \cdot f_{g2}) =$	0,000 [WK ⁻¹]
Celková mětná tepelná ztráta prostupem:						$H_{t,i}=H_{T,ie}+H_{T,iue}+H_{T,ij}+H_{T,ig} =$	5,996 [WK ⁻¹]
Návrhová tepelná ztráta prostupem:						$\Phi_{T,i}=H_{t,i} \cdot (\theta_{int,i}-\theta_e) =$	179,890 [W]
TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM							
1. Infiltrace přes obálku budovy							
$V_m= 73,824$ m ³	Třída zastínění: průměrně chráněná	počet oken: 2	$e_i= 0,05$				
$n_{50}= 1,0$ h ⁻¹	Výška vytápěného prostoru nad terénem: 0-10 [m]	$e_i= 1,0$					
Množství vzduchu infiltrace obvodovým pláštěm:		$V_{inf,i}= 2 \cdot V_m \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot e_i =$		7,382 [m ³ h ⁻¹]			
2. Přívod vzduchu pomocí vдуchotechniky							
Teplota přiváděného vzduchu $\theta_{su,i}= 20$ [°C]		$f_{v,i}= -0,067$					
Množství vzduchu přiváděného do vytápěného prostoru: $V_{su,i}= 240$ [m ³ h ⁻¹]							
Rozdíl mezi nuceně přiváděným a odváděným vzduchem = 0 [m ³ h ⁻¹] (rovnotlaké větrání)							
Množství vzduchu přívodem vдуchotechniky:		$V_{vz,t,i}=V_{su,i} \cdot F_{v,i} + V_{mech,inf,i}=$		-16,000 [m ³ h ⁻¹]			
Celková mětná tepelná ztráta větráním:						$H_{v,i}= 0,34 \cdot (V_{vz,t,i} + V_{inf,i}) =$	-2,930 [WK ⁻¹]
Návrhová tepelná ztráta větráním:						$\Phi_{v,i}=H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i}-\theta_e) =$	-87,900 [W]
Celková tepelná ztráta místnosti:						$\Phi_{HL,i}= \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i} =$	91,991 [W]

Označení místnosti	Název místnosti	Místo stavby:		Holasice (lokal.: Brno)	
		Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$:		20	[°C]
2.03	KANCELÁŘ UČITELKY	Výpočtová vnější teplota θ_e :		-12	[°C]

TEPELNÉ ZTRÁTY PROTUPEM					
-------------------------	--	--	--	--	--

1. Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	e_k [-]	$H_{T,ie}=A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ [WK ⁻¹]
O23	Okno s izolačním trojsklem	2,00	0,750	0,00	0,750	1,0	1,500
O23	Okno s izolačním trojsklem	2,00	0,750	0,00	0,750	1,0	1,500
F01	Obvodová stěna 1	8,79	0,130	0,02	0,150	1,0	1,318
S01	Plochá střecha	15,57	0,108	0,02	0,128	1,0	1,992
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí:				$H_{T,ie}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k =$		6,311	

2. Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	b_u [-]	$H_{T,iue}=A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ [WK ⁻¹]
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor:				$H_{T,iue}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u =$		0,000	

3. Tepelné ztráty/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	θ_j [°C]	$f_j=(\theta_{int,i}-\theta_j)/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]	$H_{T,ij}=A_k \cdot U_k \cdot f_j$ [WK ⁻¹]	
D02	Vnitřní dřevěné dveře do 2.02	1,85	2,000	18	0,063	0,231	
SN03	Vnitřní dělicí stěna 2.03 / 2.02	20,59	0,604	18	0,063	0,777	
SN03	Vnitřní dělicí stěna 2.03 / 2.04	6,00	0,604	15	0,156	0,566	
P04	Podlaha nad 1.NP	10,03	0,563	18	0,063	0,353	
P04	Podlaha nad 1.NP	4,92	0,563	15	0,156	0,432	
Celková měrná tep. ztráta/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou:				$H_{T,ij}=\Sigma A_k \cdot U_k \cdot f_j =$		2,360	

4. Tepelné ztráty zemínou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	$U_{equiv,k}$ [Wm ⁻² K ⁻¹]	$A_k \cdot U_{equiv,k}$ [WK ⁻¹]	f_{g1} [-]	G_w [-]	$f_{g2}=(\theta_{int,i}-\theta_{m,e})/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]
-	-	-	-	-	-	-	-
$\theta_{m,e}= 5$ (°C)		$\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k} =$		0,00	1,450	1,000	0,469
Celková měrná tepelná ztráta zemínou:				$H_{T,ig}=(\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot (f_{g1} \cdot G_w \cdot f_{g2}) =$		0,000 [WK ⁻¹]	
Celková měrná tepelná ztráta prostupem:				$H_{T,i}=H_{T,ie}+H_{T,iue}+H_{T,ij}+H_{T,ig} =$		8,671 [WK ⁻¹]	
Návrhová tepelná ztráta prostupem :				$\Phi_{Ti}=H_{T,i} \cdot (\theta_{int,i}-\theta_e) =$		277,467 [W]	

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM					
-------------------------	--	--	--	--	--

1. Infiltrace přes obálku budovy						
$V_m=$	35,112	m ³	Třída zastínění	průměrně chráněná	počet oken: 2	$e_i=$ 0,05
$n_{50}=$	1,0	h ⁻¹	Výška vytápěného prostoru nad terénem:	0-10 [m]		$\epsilon_i=$ 1,0
Množství vzduchu infiltrací obvodovým pláštěm:			$V_{inf,i}= 2 \cdot V_m \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \epsilon_i =$			3,511 [m ³ h ⁻¹]

2. Přívod vzduchu pomocí vzduchotechniky						
Teplota přiváděného vzduchu $\theta_{su,i} =$			20	[°C]	$f_{v,i}=$	0,000
Množství vzduchu přiváděného do vytápěného prostoru: $V_{su,i}=$			60	[m ³ h ⁻¹]		
Rozdíl mezi nuceně přiváděným a odváděným vzduchem =			0	[m ³ h ⁻¹] (rovnotlaké větrání)		
Množství vzduchu přívodem vzduchotechniky:			$V_{vz,i}=V_{su,i} \cdot F_{v,i} + V_{mech,i,inf,i}=$			0,000 [m ³ h ⁻¹]
Celková měrná tepelná ztráta větráním:			$H_{v,i} = 0,34 \cdot (V_{vz,i} + V_{inf,i}) =$			1,194 [WK ⁻¹]
Návrhová tepelná ztráta větráním :			$\Phi_{Vi}=H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i}-\theta_e) =$			38,201 [W]
Celková tepelná ztráta místnosti:			$\Phi_{HL,i} = \Phi_{Ti} + \Phi_{Vi,i} =$			315,669 [W]

Označení místnosti	Název místnosti	Místo stavby:	Holasice (lokal.: Brno)
		Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$:	15 [°C]
2.04	TECHNICKÁ MÍSTNOST 2	Výpočtová vnější teplota θ_e :	-12 [°C]

TEPELNÉ ZTRÁTY PROTUPEM							
-------------------------	--	--	--	--	--	--	--

1. Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	e_k [-]	$H_{T,ie}=A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ [WK ⁻¹]
O07	Okno s izolačním trojsklem	1,00	0,750	0,00	0,750	1,0	0,750
F01	Obvodová stěna 1	4,55	0,130	0,02	0,150	1,0	0,683
S01	Plochá střecha	6,81	0,108	0,02	0,128	1,0	0,872
Celková mětná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí:					$H_{T,ie}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k =$		2,305

2. Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	b_u [-]	$H_{T,iue}=A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ [WK ⁻¹]
Celková mětná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor:					$H_{T,iue}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u =$		0,000

3. Tepelné ztráty/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	θ_j [°C]	$f_j=(\theta_{int,i}-\theta_j)/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]	$H_{T,ij}=A_k \cdot U_k \cdot f_j$ [WK ⁻¹]	
SN03	Vnitřní dělicí stěna 2.04 / 2.03	6,00	0,604	20	-0,185	-0,671	
SN03	Vnitřní dělicí stěna 2.04 / 2.05	6,00	0,604	20	-0,185	-0,671	
D02	Vnitřní dřevěné dveře do 2.02	1,85	2,000	18	-0,111	-0,411	
SN03	Vnitřní dělicí stěna 2.04 / 2.02	5,29	0,604	18	-0,111	-0,355	
Celková mětná tep. ztráta/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou:					$H_{T,ij}=\Sigma A_k \cdot U_k \cdot f_j =$		-2,108

4. Tepelné ztráty zeminou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	$U_{equiv,k}$ [Wm ⁻² K ⁻¹]	$A_k \cdot U_{equiv,k}$ [WK ⁻¹]	f_{g1} [-]	G_w [-]	$f_{g2}=(\theta_{int,i}-\theta_{m,e}) / (\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]
-	-	-	-	-	1,450	1,000	0,370
$\theta_{m,e}=$	5 (°C)	$\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k} =$		0,00			
Celková mětná tepelná ztráta zeminou:					$H_{T,ig}=(\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot (f_{g1} \cdot G_w \cdot f_{g2}) =$		0,000 [WK ⁻¹]

Celková mětná tepelná ztráta prostupem:					$H_{t,i}=H_{T,ie}+H_{T,iue}+H_{T,ij}+H_{T,ig} =$		0,197 [WK ⁻¹]
Návrhová tepelná ztráta prostupem :					$\Phi_{T,i}=H_{t,i} \cdot (\theta_{int,i}-\theta_e) =$		5,317 [W]

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM							
-------------------------	--	--	--	--	--	--	--

1. Infiltrace přes obálku budovy							
$V_m=$	15,982	m ³	Třída zastínění	průměrně chráněná	počet oken:	1	$e_i=$ 0,03
$n_{50}=$	1,0	h ⁻¹	Výška vytápěného prostoru nad terénem:	0-10 [m]			$\epsilon_i=$ 1,0
Množství vzduchu infiltrace obvodovým pláštěm:					$V_{inf,i}=2 \cdot V_m \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \epsilon_i =$		0,959 [m ³ h ⁻¹]

2. Přívod vzduchu pomocí vzduchotechniky							
Teplota přiváděného vzduchu $\theta_{su,i} =$		20	[°C]			$f_{v,i}=$	-0,185
Množství vzduchu přiváděného do vytápěného prostoru: $V_{su,i}=$		30	[m ³ h ⁻¹]				
Rozdíl mezi nuceně přiváděným a odváděným vzduchem =		0	[m ³ h ⁻¹] (rovnotlaké větrání)				
Množství vzduchu přívodem vzduchotechniky:					$V_{vzt,i}=V_{su,i} \cdot F_{v,i} + V_{mech,inf,i}=$		-5,556 [m ³ h ⁻¹]
Celková mětná tepelná ztráta větráním:					$H_{v,i}=0,34 \cdot (V_{vzt,i} + V_{inf,i}) =$		-1,563 [WK ⁻¹]
Návrhová tepelná ztráta větráním :					$\Phi_{V,i}=H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i}-\theta_e) =$		-42,197 [W]
Celková tepelná ztráta místnosti:					$\Phi_{HL,i}=\Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} =$		-36,880 [W]

Označení místnosti	Název místnosti	Místo stavby:	Holasice (lokal.: Brno)	
		Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$:	20	[°C]
2.05	ARCHIV	Výpočtová vnější teplota θ_e :	-12	[°C]

TEPELNÉ ZTRÁTY PROTUPEM				
--------------------------------	--	--	--	--

1. Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	e_k [-]	$H_{T,ie}=A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ [WK ⁻¹]
O07	Okno s izolačním trojsklem	1,00	0,750	0,00	0,750	1,0	0,750
F01	Obvodová stěna 1	11,10	0,130	0,02	0,150	1,0	1,664
S01	Plochá střecha	7,42	0,108	0,02	0,128	1,0	0,950
P04	Podlaha nad 1.NP	7,06	0,563	0,02	0,583	1,0	4,115
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí:					$H_{T,ie}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k =$		7,479

2. Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	b_u [-]	$H_{T,iue}=A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ [WK ⁻¹]
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor:					$H_{T,iue}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u =$		0,000

3. Tepelné ztráty/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	θ_j [°C]	$f_j=(\theta_{int,i}-\theta_j)/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]	$H_{T,ij}=A_k \cdot U_k \cdot f_j$ [WK ⁻¹]	
SN03	Vnitřní dělicí stěna 2.05 / 2.04	6,00	0,604	15	0,156	0,566	
Celková měrná tep. ztráta/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou:					$H_{T,ij}=\Sigma A_k \cdot U_k \cdot f_j=$		0,566

4. Tepelné ztráty zeminou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	$U_{equiv,k}$ [Wm ⁻² K ⁻¹]	$A_k \cdot U_{equiv,k}$ [WK ⁻¹]	f_{g1} [-]	G_w [-]	$f_{g2}=(\theta_{int,i}-\theta_{m,e})/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]
-	-	-	-	-	1,450	1,000	0,469
$\theta_{m,e}=$	5 (°C)	$\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k} =$			0,00		
Celková měrná tepelná ztráta zeminou:					$H_{T,ig}=(\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot (f_{g1} \cdot G_w \cdot f_{g2}) =$		0,000 [WK⁻¹]
Celková měrná tepelná ztráta prostupem:					$H_{Ti}=H_{T,ie}+H_{T,iue}+H_{T,ij}+H_{T,ig} =$		8,045 [WK⁻¹]
Návrhová tepelná ztráta prostupem :					$\Phi_{Ti}=H_{Ti} \cdot (\theta_{int,i}-\theta_e) =$		257,446 [W]

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM				
--------------------------------	--	--	--	--

1. Infiltrace přes obálku budovy						
$V_m=$	17,226 m ³	Třída zastínění:	průměrně chráněná	počet oken: 1	$e_i=$	0,03
$n_{50}=$	1,0 h ⁻¹	Výška vytápěného prostoru nad terénem:	0-10 [m]		$\varepsilon_i=$	1,0
Množství vzduchu infiltrace obvodovým pláštěm:					$V_{inf,i}=2 \cdot V_m \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i =$	1,034 [m³h⁻¹]

2. Přívod vzduchu pomocí vzduchotechniky							
Teplota přiváděného vzduchu $\theta_{su,i} =$	20 [°C]				$f_{v,i}=$	0,000	
Množství vzduchu přiváděného do vytápěného prostoru: $V_{su,i}=$	60 [m ³ h ⁻¹]						
Rozdíl mezi nuceně přiváděným a odváděným vzduchem =	0 [m ³ h ⁻¹] (rovnotlaké větrání)						
Množství vzduchu přívodem vzduchotechniky:					$V_{vzt,i}=V_{su,i} \cdot F_{v,i} + V_{mech,inf,i}=$	0,000 [m³h⁻¹]	
Celková měrná tepelná ztráta větráním:					$H_{v,i} = 0,34 \cdot (V_{vzt,i} + V_{inf,i}) =$		0,351 [WK⁻¹]
Návrhová tepelná ztráta větráním :					$\Phi_{V,i}=H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i}-\theta_e) =$		11,245 [W]
Celková tepelná ztráta místnosti:					$\Phi_{HL,i} = \Phi_{Ti} + \Phi_{V,i} =$		268,691 [W]

Označení místnosti	Název místnosti	Místo stavby:	Holasice (lokál: Brno)
		Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$:	20 [°C]
2.06	SBOROVNA	Výpočtová vnější teplota θ_e :	-12 [°C]

TEPELNÉ ZTRÁTY PROTUPEM							
-------------------------	--	--	--	--	--	--	--

1. Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	e_k [-]	$H_{T,ie}=A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ [WK ⁻¹]
O19	Okno s izolačním trojsklem	4,80	0,750	0,00	0,750	1,0	3,600
P04	Podlaha nad 1.NP	13,37	0,563	0,02	0,624	1,0	4,700
F01	Obvodová stěna 1	25,27	0,130	0,02	0,150	1,0	3,790
S01	Plochá střecha	16,19	0,108	0,02	0,128	1,0	2,073
Celková mětná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí:				$H_{T,ie}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k =$		14,163	

2. Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	b_u [-]	$H_{T,iue}=A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ [WK ⁻¹]
Celková mětná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor:				$H_{T,iue}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u =$		0,000	

3. Tepelné ztráty/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	θ_j [°C]	$f_j=(\theta_{int,i}-\theta_j)/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]	$H_{T,ij}=A_k \cdot U_k \cdot f_j$ [WK ⁻¹]	
SN03	Vnitřní dělicí stěna 2.06 / 2.02	1,84	0,604	18	0,063	0,069	
D02	Vnitřní dřevěné dveře do 2.02	1,85	2,000	18	0,063	0,231	
Celková mětná tep. ztráta/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou:				$H_{T,ij}=\Sigma A_k \cdot U_k \cdot f_j =$		0,301	

4. Tepelné ztráty zeminou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	$U_{equiv,k}$ [Wm ⁻² K ⁻¹]	$A_k \cdot U_{equiv,k}$ [WK ⁻¹]	f_{g1} [-]	G_w [-]	$f_{g2}=(\theta_{int,i}-\theta_{m,e}) / (\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]
-	-	-	-	-	1,450	1,000	0,469
$\theta_{m,e}= 5$ (°C)	$\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k} =$			0,00			
Celková mětná tepelná ztráta zeminou:				$H_{T,ig}=(\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot (f_{g1} \cdot G_w \cdot f_{g2}) =$		0,000 [WK ⁻¹]	
Celková mětná tepelná ztráta prostupem:				$H_{t,i}=H_{T,ie}+H_{T,iue}+H_{T,ij}+H_{T,ig} =$		14,463 [WK ⁻¹]	
Návrhová tepelná ztráta prostupem :				$\Phi_{T,i}=H_{t,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) =$		462,826 [W]	

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM							
-------------------------	--	--	--	--	--	--	--

1. Infiltrace přes obálku budovy							
$V_m=$	51,147	m ³	Třída zastiňení: průměrně chráněná	počet oken: 1	$e_i=$	0,03	
$n_{50}=$	1,0	h ⁻¹	Výška vytápěného prostoru nad terénem: 0-10 [m]		$\epsilon_i=$	1,0	
Množství vzduchu infiltrace obvodovým pláštěm:				$V_{inf,i}= 2 \cdot V_m \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \epsilon_i =$		3,069 [m ³ h ⁻¹]	

2. Přívod vzduchu pomocí vzduchotechniky							
Teplota přiváděného vzduchu $\theta_{su,i} =$		20	[°C]	$f_{v,i}=$		0,000	
Množství vzduchu přiváděného do vytápěného prostoru: $V_{su,i}=$		60	[m ³ h ⁻¹]				
Rozdíl mezi nuceně přiváděným a odváděným vzduchem =		0	[m ³ h ⁻¹]	(rovnotlaké větrání)			
Množství vzduchu přívodem vzduchotechniky:				$V_{vz,i}=V_{su,i} \cdot F_{v,i} + V_{mech,inf,i}=$		0,000 [m ³ h ⁻¹]	
Celková mětná tepelná ztráta větráním:				$H_{v,i} = 0,34 \cdot (V_{vz,i} + V_{inf,i}) =$		1,043 [WK ⁻¹]	
Návrhová tepelná ztráta větráním :				$\Phi_{V,i}=H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) =$		33,389 [W]	
Celková tepelná ztráta místnosti:				$\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} =$		496,215 [W]	

Označení místnosti	Název místnosti	Místo stavby:	Holasice (lokal.: Brno)	
		Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$:	20	[°C]
2.07	ŘEDITELNA	Výpočtová vnější teplota θ_e :	-12	[°C]

TEPELNÉ ZTRÁTY PROTUPEM				
-------------------------	--	--	--	--

1. Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	e_k [-]	$H_{T,ie}=A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ [WK ⁻¹]
O20	Okno s izolačním trojsklem	5,16	0,750	0,00	0,750	1,0	3,870
F01	Obvodová stěna 1	6,36	0,130	0,02	0,150	1,0	0,955
S01	Plochá střecha	14,33	0,108	0,02	0,128	1,0	1,834
Celková mětná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí:					$H_{T,ie}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k =$		6,659

2. Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	b_u [-]	$H_{T,iue}=A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ [WK ⁻¹]
P04	Podlaha nad 1.NP	3,58	0,563	0,02	0,624	0,409	1,258
Celková mětná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor:					$H_{T,iue}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u =$		1,258

3. Tepelné ztráty/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	θ_j [°C]	$f_j=(\theta_{int,i}-\theta_j)/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]	$H_{T,ij}=A_k \cdot U_k \cdot f_j$ [WK ⁻¹]	
SN03	Vnitřní dělicí stěna 2.07 / 2.02	9,96	0,604	18	0,063	0,376	
D01	Vnitřní dřevěné dveře do 2.02	1,85	2,000	18	0,063	0,231	
P04	Podlaha nad stropem 1.NP	4,50	0,563	15	0,156	0,395	
Celková mětná tep. ztráta/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou:					$H_{T,ij}=\Sigma A_k \cdot U_k \cdot f_j =$		1,003

4. Tepelné ztráty zemínou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	$U_{equiv,k}$ [Wm ⁻² K ⁻¹]	$A_k \cdot U_{equiv,k}$ [WK ⁻¹]	f_{g1} [-]	G_w [-]	$f_{g2}=(\theta_{int,i}-\theta_{m,e}) / (\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]
-	-	-	-	-	1,450	1,000	0,469
$\theta_{m,e}= 5$ [°C]		$\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k} =$			0,00		
Celková mětná tepelná ztráta zemínou:					$H_{T,ig}=(\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot (f_{g1} \cdot G_w \cdot f_{g2}) =$		0,000 [WK ⁻¹]

Celková mětná tepelná ztráta prostupem:					$H_{T,i}=H_{T,ie}+H_{T,iue}+H_{T,ij}+H_{T,ig} =$		8,920 [WK ⁻¹]
Návrhová tepelná ztráta prostupem :					$\Phi_{Ti}=H_{T,i} \cdot (\theta_{int,i}-\theta_e) =$		285,437 [W]

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM				
-------------------------	--	--	--	--

1. Infiltrace přes obálku budovy							
$V_m=$	48,089 m ³	Třída zastínění:	průměrně chráněná	počet oken: 1	$e_i=$	0,03	
$n_{50}=$	1,0 h ⁻¹	Výška vytápěného prostoru nad terénem:	0-10 [m]		$\epsilon_i=$	1,0	
Množství vzduchu infiltrace obvodovým pláštěm:					$V_{inf,i}=2 \cdot V_m \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \epsilon_i =$		2,885 [m ³ h ⁻¹]

2. Přívod vzduchu pomocí vдуchotechniky							
Teplota přiváděného vдуchu $\theta_{su,i} =$	20 [°C]				$f_{v,i}=$	0,000	
Množství vдуchu přiváděného do vytápěného prostoru: $V_{su,i}=$	60 [m ³ h ⁻¹]						
Rozdíl mezi nuceně přiváděným a odváděným vдуchem =	0 [m ³ h ⁻¹] (rovnotlaké větrání)						
Množství vдуchu přívodem vдуchotechniky:					$V_{vzt,i}=V_{su,i} \cdot F_{v,i} + V_{mech,inf,i}=$		0,000 [m ³ h ⁻¹]
Celková mětná tepelná ztráta větráním:					$H_{v,i}=0,34 \cdot (V_{vzt,i} + V_{inf,i}) =$		0,981 [WK ⁻¹]
Návrhová tepelná ztráta větráním :					$\Phi_{V,i}=H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i}-\theta_e) =$		31,392 [W]
Celková tepelná ztráta místnosti:					$\Phi_{HL,i}=\Phi_{Ti} + \Phi_{V,i} =$		316,829 [W]

Označení místnosti	Název místnosti	Místo stavby:	Holasice (lokal.: Brno)	
		Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$:	20	[°C]
2.08	DENNÍ MÍSTNOST	Výpočtová vnější teplota θ_e :	-12	[°C]

TEPELNÉ ZTRÁTY PROTUPEM							
1. Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	e_k [-]	$H_{T,ie}=A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ [WK ⁻¹]
O19	Okno s izolačním trojsklem	4,80	0,750	0,00	0,750	1,0	3,600
F01	Obvodová stěna 1	7,81	0,130	0,02	0,150	1,0	1,172
S01	Plochá střecha	13,46	0,108	0,02	0,128	1,0	1,722
Celková mětná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí:					$H_{T,ie}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k =$		6,494

2. Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	b_u [-]	$H_{T,iue}=A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ [WK ⁻¹]
Celková mětná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor:					$H_{T,iue}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u =$		0,000

3. Tepelné ztráty/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	θ_j [°C]	$f_j=(\theta_{int,i}-\theta_j)/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]	$H_{T,ij}=A_k \cdot U_k \cdot f_j$ [WK ⁻¹]	
D01	Vnitřní dřevěné dveře do 2.02	1,85	2,000	18	0,063	0,231	
SN03	Vnitřní dělicí stěna 2.08 / 2.02	7,90	0,604	18	0,063	0,298	
SN01	Vnitřní dělicí stěna 2.08 / 2.09	2,43	0,948	18	0,063	0,144	
P04	Podlaha nad stropem 1.NP	3,99	0,563	18	0,063	0,140	
P04	Podlaha nad stropem 1.NP	4,45	0,563	10	0,313	0,783	
Celková mětná tep. ztráta/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou:					$H_{T,ij}=\Sigma A_k \cdot U_k \cdot f_j =$		1,597

4. Tepelné ztráty zeminou								
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	$U_{equiv,k}$ [Wm ⁻² K ⁻¹]	$A_k \cdot U_{equiv,k}$ [WK ⁻¹]	f_{g1} [-]	G_w [-]	$f_{g2}=(\theta_{int,i}-\theta_{m,e}) / (\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]	
-	-	-	-	-	1,450	1,000	0,469	
$\theta_{m,e}= 5$	(°C)	$\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k} =$		0,00				
Celková mětná tepelná ztráta zeminou:					$H_{T,ig}=(\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot (f_{g1} \cdot G_w + f_{g2}) =$			0,000 [WK ⁻¹]

Celková mětná tepelná ztráta prostupem:					$H_{t,i}=H_{T,ie}+H_{T,iue}+H_{T,ij}+H_{T,ig} =$			8,091 [WK ⁻¹]
Návrhová tepelná ztráta prostupem :					$\Phi_{T,i}=H_{t,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) =$			258,899 [W]

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM							
1. Infiltrace přes obálku budovy							
$V_m=$	44,967	m ³	Třída zastínění: průměrně chráněná	počet oken: 1	$e_i=$	0,03	
$n_{50}=$	1,0	h ⁻¹	Výška vytápěného prostoru nad terénem: 0-10 [m]		$\epsilon_i=$	1,0	
Množství vzduchu infiltrace obvodovým pláštěm:				$V_{inf,i}= 2 \cdot V_m \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \epsilon_i =$			2,698 [m ³ h ⁻¹]

2. Přívod vzduchu pomocí vzduchotechniky						
Teplota přiváděného vzduchu $\theta_{su,i} =$		20	[°C]	$f_{v,i}=$	0,000	
Množství vzduchu přiváděného do vytápěného prostoru: $V_{su,i}=$		60	[m ³ h ⁻¹]			
Rozdíl mezi nuceně přiváděným a odváděným vzduchem =		0	[m ³ h ⁻¹]	(rovnotlaké větrání)		
Množství vzduchu přívodem z vzduchotechniky:				$V_{vzt,i}=V_{su,i} \cdot F_{v,i} + V_{mech,inf,i}=$		0,000 [m ³ h ⁻¹]
Celková mětná tepelná ztráta větráním:				$H_{v,i} = 0,34 \cdot (V_{vzt,i} + V_{inf,i}) =$		0,917 [WK ⁻¹]
Návrhová tepelná ztráta větráním :				$\Phi_{v,i}=H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) =$		29,355 [W]
Celková tepelná ztráta místnosti:				$\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i} =$		288,254 [W]

Označení místnosti	Název místnosti	Místo stavby:	Holasice (lokal.: Brno)	
		Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$:	18	[°C]
2.09	ÚKLIDOVÁ KOMORA 3	Výpočtová vnější teplota θ_e :	-12	[°C]

TEPELNÉ ZTRÁTY PROTUPEM				
-------------------------	--	--	--	--

1. Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	e_k [-]	$H_{T,ie}=A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ [WK ⁻¹]
S01	Plochá střecha	2,36	0,108	0,02	0,128	1,0	0,303
Celková mětná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí:					$H_{T,ie}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k =$ 0,303		

2. Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	b_u [-]	$H_{T,iue}=A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ [WK ⁻¹]
Celková mětná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor:					$H_{T,iue}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u =$ 0,000		

3. Tepelné ztráty/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	θ_j [°C]	$f_j=(\theta_{int,i}-\theta_j)/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]	$H_{T,ij}=A_k \cdot U_k \cdot f_j$ [WK ⁻¹]	
SN01	Vnitřní dělicí stěna 2.09 / 2.08	2,43	0,948	20	-0,067	-0,154	
SN03	Vnitřní dělicí stěna 2.09 / 2.10	7,98	0,604	20	-0,067	-0,321	
Celková mětná tep. ztráta/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou:					$H_{T,ij}=\Sigma A_k \cdot U_k \cdot f_j =$ -0,475		

4. Tepelné ztráty zeminou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	$U_{equiv,k}$ [Wm ⁻² K ⁻¹]	$A_k \cdot U_{equiv,k}$ [WK ⁻¹]	f_{g1} [-]	G_w [-]	$f_{g2}=(\theta_{int,i}-\theta_{m,e}) / (\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]
-	-	-	-	-	1,450	1,000	0,433
$\theta_{m,e}= 5$ (°C)		$\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k} =$ 0,00					
Celková mětná tepelná ztráta zeminou:					$H_{T,ig}=(\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot (f_{g1} \cdot G_w \cdot f_{g2}) =$ 0,000 [WK ⁻¹]		
Celková mětná tepelná ztráta prostupem:					$H_{t,i}=H_{T,ie}+H_{T,iue}+H_{T,ij}+H_{T,ig} =$ -0,172 [WK ⁻¹]		
Návrhová tepelná ztráta prostupem :					$\Phi_{Ti}=H_{t,i} \cdot (\theta_{int,i}-\theta_e) =$ -5,168 [W]		

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM				
-------------------------	--	--	--	--

1. Infiltrace přes obálku budovy				
$V_m=$ 6,902 m ³	Třída zastínění: průměrně chráněná	počet oken: 0	$e_i=$ 0,00	
$n_{50}=$ 1,0 h ⁻¹	Výška vytápěného prostoru nad terénem: 0-10 [m]	$\epsilon_i=$ 1,0		
Množství vzduchu infiltrační obvodovým pláštěm:		$V_{inf,i}=2 \cdot V_m \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \epsilon_i =$ 0,000 [m ³ h ⁻¹]		

2. Přívod vzduchu pomocí vzduchotechniky				
Teplota přiváděného vzduchu $\theta_{su,i} =$ 18 [°C]		$f_{v,i}=$ 0,000		
Množství vzduchu přiváděného do vytápěného prostoru: $V_{su,i}=$ 80 [m ³ h ⁻¹]				
Rozdíl mezi nuceně přiváděným a odváděným vzduchem = 0 [m ³ h ⁻¹] (rovnotlaké větrání)				
Množství vzduchu přívozem vzduchotechniky:		$V_{vt,i}=V_{su,i} \cdot F_{v,i} + V_{mech,inf,i}=$ 0,000 [m ³ h ⁻¹]		
Celková mětná tepelná ztráta větráním:		$H_{v,i}=0,34 \cdot (V_{vt,i} + V_{inf,i}) =$ 0,000 [WK ⁻¹]		
Návrhová tepelná ztráta větráním :		$\Phi_{V,i}=H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i}-\theta_e) =$ 0,000 [W]		
Celková tepelná ztráta místnosti:		$\Phi_{HL,i} = \Phi_{Ti} + \Phi_{V,i} =$ -5,168 [W]		

Označení místnosti	Název místnosti	Místo stavby:	Holasice (lokal.: Brno)
		Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$:	20 [°C]
2.10	WC-PERSONÁL MUŽI 2	Výpočtová vnější teplota θ_e :	-12 [°C]

TEPELNÉ ZTRÁTY PROTUPEM							
1. Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	e_k [-]	$H_{T,ie}=A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ [WK ⁻¹]
S01	Plachá střecha	3,95	0,108	0,02	0,128	1,0	0,506
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí:					$H_{T,ie}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k =$		0,506
2. Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	b_u [-]	$H_{T,iue}=A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ [WK ⁻¹]
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor:					$H_{T,iue}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u =$		0,000
3. Tepelné ztráty/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	θ_j [°C]	$f_j=(\theta_{int,i}-\theta_j)/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]	$H_{T,ij}=A_k \cdot U_k \cdot f_j$ [WK ⁻¹]	
P05	Podlaha nad stropem 1.NP	1,33	0,579	10	0,313	0,241	
P05	Podlaha nad stropem 1.NP	0,43	0,579	18	0,063	0,015	
SN03	Vnitřní dělicí stěna 2.10 / 2.09	7,98	0,604	18	0,063	0,301	
D07	Vnitřní dveře do 2.02	1,64	2,000	18	0,063	0,205	
SN03	Vnitřní dělicí stěna 2.10 / 2.02	2,91	0,604	18	0,063	0,110	
Celková měrná tep. ztráta/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou:					$H_{T,ij}=\Sigma A_k \cdot U_k \cdot f_j =$		0,873
4. Tepelné ztráty zeminou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	$U_{equiv,k}$ [Wm ⁻² K ⁻¹]	$A_k \cdot U_{equiv,k}$ [WK ⁻¹]	f_{g1} [-]	G_w [-]	$f_{g2}=(\theta_{int,i}-\theta_{m,e})/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]
-	-	-	-	-	1,450	1,000	0,469
$\theta_{m,e}= 5$ (°C)	$\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k} =$			0,00			
Celková měrná tepelná ztráta zeminou:					$H_{T,ig}=(\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot (f_{g1} \cdot G_w + f_{g2}) =$		0,000 [WK⁻¹]
Celková měrná tepelná ztráta prostupem:					$H_{t,i}=H_{T,ie}+H_{T,iue}+H_{T,ij}+H_{T,ig} =$		1,378 [WK⁻¹]
Návrhová tepelná ztráta prostupem :					$\Phi_{T,i}=H_{t,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) =$		44,110 [W]

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM							
1. Infiltrace přes obálku budovy							
$V_m=$	13,523	m ³	Třída zastiňení: průměrně chráněná	počet oken: 0	$e_i=$		0,00
$n_{50}=$	1,0	h ⁻¹	Výška vytápěného prostoru nad terénem: 0-10 [m]	$\epsilon_i=$		1,0	
Množství vzduchu infiltrace obvodovým pláštěm:				$V_{inf,i}= 2 \cdot V_m \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \epsilon_i =$		0,000 [m³h⁻¹]	
2. Přívod vzduchu pomocí vzduchotechniky							
Teplota přiváděného vzduchu $\theta_{su,i} =$	18 [°C]			$f_{v,i}=$		0,063	
Množství vzduchu přiváděného do vytápěného prostoru: $V_{su,i}=$	80 [m ³ h ⁻¹]						
Rozdíl mezi nuceně přiváděným a odváděným vzduchem =	0 [m ³ h ⁻¹] (rovnotlaké větrání)						
Množství vzduchu přívodem vzduchotechniky:				$V_{vz,i}=V_{su,i} \cdot F_{v,i} + V_{mech,inf,i}=$		5,000 [m³h⁻¹]	
Celková měrná tepelná ztráta větráním:					$H_{v,i} = 0,34 \cdot (V_{vz,i} + V_{inf,i}) =$		1,700 [WK⁻¹]
Návrhová tepelná ztráta větráním :					$\Phi_{V,i}=H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) =$		54,400 [W]
Celková tepelná ztráta místnosti:					$\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} =$		98,510 [W]

Označení místnosti	Název místnosti	Místo stavby:				Holasice (lokal.: Brno)	
		Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$:				20	[°C]
2.11	WC-PERSONÁL ŽENY 2	Výpočtová vnější teplota θ_e :				-12	[°C]
TEPELNÉ ZTRÁTY PROTUPEM							
1. Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	e_k [-]	$H_{T,ie}=A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ [WK ⁻¹]
O21	Okno s izolačním trojsklem	0,50	0,750	0,02	0,770	1,0	0,385
O21	Okno s izolačním trojsklem	0,50	0,750	0,02	0,770	1,0	0,385
F01	Obvodová stěna 1	12,33	0,130	0,02	0,150	1,0	1,849
S01	Plochá střecha	4,65	0,108	0,02	0,128	1,0	0,595
Celková mětná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí:				$H_{T,ie}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k =$ 3,214			
2. Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	ΔU [Wm ⁻² K ⁻¹]	U_{kc} [Wm ⁻² K ⁻¹]	b_u [-]	$H_{T,iue}=A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ [WK ⁻¹]
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor:				$H_{T,iue}=\Sigma A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u =$ 0,000			
3. Tepelné ztráty/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	U_k [Wm ⁻² K ⁻¹]	θ_j [°C]	$f_j=(\theta_{int,i}-\theta_j)/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]	$H_{T,ij}=A_k \cdot U_k \cdot f_j$ [WK ⁻¹]	
P05	Podlaha nad stropem 1.NP	2,07	0,579	10	0,313	0,374	
P05	Podlaha nad stropem 1.NP	2,21	0,579	18	0,063	0,080	
D07	Vnitřní dveře do 2.02	1,64	2,000	18	0,063	0,205	
SN03	Vnitřní dělicí stěna 2.11 / 2.02	3,90	0,604	18	0,063	0,147	
Celková měrná tep. ztráta/zisky přes prostory s rozdílnou teplotou:				$H_{T,ij}=\Sigma A_k \cdot U_k \cdot f_j =$ 0,806			
4. Tepelné ztráty zeminou							
Označení konstrukce	Popis konstrukce	A_k [m ²]	$U_{equiv,k}$ [Wm ⁻² K ⁻¹]	$A_k \cdot U_{equiv,k}$ [WK ⁻¹]	f_{g1} [-]	G_w [-]	$f_{g2}=(\theta_{int,i}-\theta_{m,e})/(\theta_{int,i}-\theta_e)$ [-]
-	-	-	-	-	1,450	1,000	0,469
$\theta_{m,e}= 5$ (°C)	$\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k} =$ 0,00						
Celková měrná tepelná ztráta zeminou:				$H_{T,ig}=(\Sigma A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot (f_{g1} \cdot G_w \cdot f_{g2}) =$ 0,000 [WK ⁻¹]			
Celková měrná tepelná ztráta prostupem:				$H_{t,i}=H_{T,ie}+H_{T,iue}+H_{T,ij}+H_{T,ig} =$ 4,020 [WK ⁻¹]			
Návrhová tepelná ztráta prostupem :				$\Phi_{Ti}=H_{t,i} \cdot (\theta_{int,i}-\theta_e) =$ 128,648 [W]			
TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM							
1. Infiltrace přes obálku budovy							
$V_m= 17,172$ m ³	Třída zastínění:	průměrně chráněná		počet oken:	2	$e_i=$ 0,05	
$n_{50}= 1,0$ h ⁻¹	Výška vytápěného prostoru nad terénem:	0-10 [m]				$\epsilon_i=$ 1,0	
Množství vzduchu infilrací obvodovým pláštěm:				$V_{inf,i}= 2 \cdot V_m \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \epsilon_i =$ 1,717 [m ³ h ⁻¹]			
2. Přívod vzduchu pomocí vдуchotechniky							
Teplota přiváděného vzduchu $\theta_{su,i} =$		18 [°C]		$f_{v,i}=$		0,063	
Množství vzduchu přiváděného do vytápěného prostoru: $V_{su,i}=$		80 [m ³ h ⁻¹]					
Rozdíl mezi nuceně přiváděným a odváděným vzduchem =		0 [m ³ h ⁻¹] (rovnotlaké větrání)					
Množství vzduchu přívodem vдуchotechniky:				$V_{vzt,i}=V_{su,i} \cdot F_{v,i} + V_{mech,inf,i}=$ 5,000 [m ³ h ⁻¹]			
Celková měrná tepelná ztráta větráním:				$H_{v,i}= 0,34 \cdot (V_{vzt,i} + V_{inf,i}) =$ 2,284 [WK ⁻¹]			
Návrhová tepelná ztráta větráním :				$\Phi_{v,i}=H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i}-\theta_e) =$ 73,083 [W]			
Celková tepelná ztráta místnosti:				$\Phi_{HL,i}= \Phi_{Ti} + \Phi_{v,i} =$ 201,731 [W]			

Tabulka 8.1 Výpočet tepelných ztrát jednotlivých místností

8.1.4 Přehled tepelných ztrát místnosti

Číslo místnosti	Účel místnosti	Plocha [m ²]	Návrhová teplota [°C]	Tepelná ztráta [W]
1.01	Příjem	15,51	18	240,631
1.02	Sklad a mytí termosu	13,29	18	157,177
1.03	Chodba 1	6,54	18	92,271
1.04	Technická místnost 1	23,04	15	227,243
1.05	Sklad zahradního nářadí	3,56	10,6	-
1.06	Sklad a sušení prádla	8,71	20	418,659
1.07	Sklad potravin a nápojů	8,68	10	-303,276
1.08	Sklad školky	9,65	18	167,983
1.09	Úklidová komora 1	1,19	18	3,589
1.10	Chodba 2	12,72	18	109,453
1.11	Odpadky	4,74	8,1	-
1.12	Šatna muži	4,38	20	99,745
1.13	Sprcha muži	2,80	24	224,465
1.14	Sprcha ženy	2,87	24	226,248
1.15	Šatna ženy	4,51	20	97,110
1.16	WC - personál ženy 1	3,09	20	71,418
1.17	WC - personál muži 1	3,04	20	78,483
1.18	WC - muži	4,46	18	27,879
1.19	WC - ženy	4,47	18	39,716
1.20	Úklidová komora 2	2,28	18	17,333
1.21	Hala 1	19,62	18	394,711
1.22	Zádveří	2,62	18	155,960
1.23	Chodba 3	7,34	18	31,700
1.24	Výdej jídla	8,55	20	-90,623
1.25	Sklad výdeje	3,77	18	-15,775
1.26	Kout pro rodiče	8,51	18	46,177
1.27	Šatna děti 1	17,60	20	38,997
1.28	Chodba 4	5,27	22	54,534
1.29	WC - děti 1	9,76	20	-100,568
1.30	Umyvárna 1	5,72	24	419,126
1.31 A	Mokrý koutek 1	5,49	22	2309,361
1.31 B	Dětská pracovna 1	19,18	22	
1.31 C	Jídelní kout 1	21,75	22	
1.31 D	Herna 1	42,10	22	
1.31 E	Spací kout 1	29,54	22	
1.32	Kabinet učitelka + WC 1	4,55	20	-42,490
1.33	Šatna děti 2	16,80	20	27,011
1.34	Chodba 5	3,71	22	37,508
1.35	Umyvárna 2	7,59	24	459,650
1.36	WC - děti 2	8,80	20	-279,772

Číslo místnosti	Účel místnosti	Plocha [m ²]	Návrhová teplota [°C]	Tepelná ztráta [W]
1.37 A	Mokrý koutek 1	6,40	22	2232,166
1.37 B	Dětská pracovna 1	24,01	22	
1.37 C	Jídelní kout 1	23,03	22	
1.37 D	Herna 1	33,13	22	
1.37 E	Spací kout 1	30,35	22	
1.38	Kabinet učitelka + WC 2	4,50	20	-45,998
1.39	Terasa	44,00	-	-
1.40	Venkovní WC	5,14	-	-
2.01	Schodiště	5,98	18	160,802
2.02	Hala 2	26,88	18	91,991
2.03	Kancelář učitelky	14,93	20	315,669
2.04	Technická místnost 2	6,55	15	-36,880
2.05	Archiv	7,06	20	268,691
2.06	Sborovna	15,57	20	496,215
2.07	Ředitelna	14,02	20	316,829
2.08	Denní místnost	13,11	20	288,254
2.09	Úklidová komora 3	2,32	18	-5,168
2.10	WC - personál muži 2	3,96	20	98,510
2.11	WC - personál ženy 2	4,61	20	201,731
Celkem:				9824,449

Tabulka 8.2 Přehled tepelných jednotlivých místností

8.2 Tepelný výkon pro provoz vzduchotechniky

8.2.1 Obecný postup výpočtu tepelného výkonu pro vzduchotechniku

Celý objekt bude nuceně větrán vzduchotechnickými jednotkami se zpětným získáváním tepla. Účinnost výměníku pro zpětné získávání tepla byla uvažována 55 [%] a množství přiváděného vzduchu je stejné jako množství odváděného to znamená, že v objektu bude zajištěno rovnotlaké větrání. Budova je z hlediska větrání rozdělena do čtyř zón. Každá zóna má svou vlastní vzduchotechnickou jednotku. Jednotkám se bude dodávat tepelný výkon pro ohřívač, ve kterém se bude nasáty a částečně ohřátý (díky výměníku zpětného získávání tepla) vzduch dohřívat na požadovanou vnitřní teplotu.

Potřebný tepelný výkon pro ohřívač vzduchotechnické jednotky:

$$Q_k = V_p \cdot \rho \cdot c \cdot (\theta_{\text{int},i} - \theta_1) \text{ [W]} \quad (1.28)$$

V_p je množství přiváděného vzduchu do zóny [m³h⁻¹]

ρ je hustota vzduchu [kgm⁻³]

c je měrná tepelná kapacita vzduchu [Jkg⁻¹K⁻¹]

$\theta_{int,i}$ je potřebné teplota interiéru v zóně [°C] = θ_o teplo odváděného vzduchu z interiéru [°C]

θ_1 je teplota předeřátého vzduchu (za výměníkem tepla) [°C]

θ_e je teplota venkovního vzduchu [°C]

Teplota předeřátého vzduchu (za výměníkem tepla):

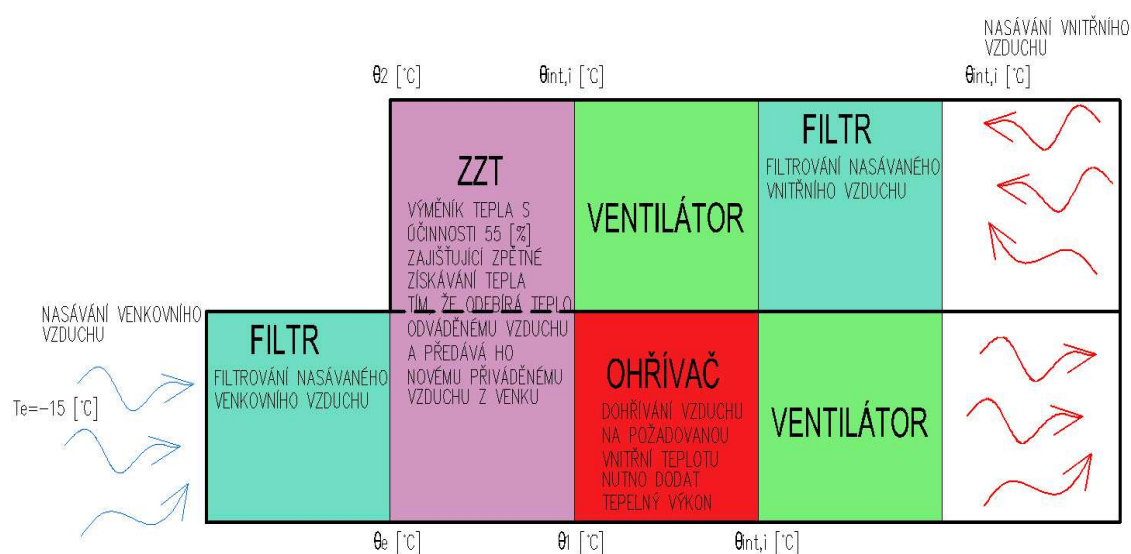
$$\theta_1 = (\theta_o - \theta_e) \cdot n - \theta_e \text{ [°C]} \quad (1.29)$$

$$n = \frac{\eta}{100} [-] \quad (1.30)$$

η je účinnost výměníku zpětného získávání tepla [-]

Teplota odváděného vzduchu:

$$\theta_2 = \theta_e + \theta_{int,i} - \theta_1 \text{ [°C]} \quad (1.31)$$



Obrázek 8.2 Zjednodušený princip uvažované vzduchotechnické jednotky

Poznámka

Na obrázku 8.2 je zjednodušeně schématicky znázorněná vzduchotechnická jednotka. V horní části pracuje se znehodnoceným vzduchem z interiéru, který přes filtr nasává pomocí ventilátoru. Než tento vzduch vypustí do exteriéru, získá z něho pomocí výměníku teplo. Toto teplo se předá čistému, venkovnímu vzduchu (spodní část jednotky). To však stačí pouze na předeřátí, proto je nutné dohřátí pomocí ohříváče. Hledaný tepelný výkon, který musí zajistit zdroj je právě potřebný tepelný výkon pro ohříváč.

8.2.2 Výpočet tepelného výkonu pro nucené větrání

Zóna 1									
Množství přiváděného vzduhu	$V_p =$	1010	$[\text{m}^3 \text{h}^{-1}]$						
Množství odváděného vzduhu	$V_o =$	1010	$[\text{m}^3 \text{h}^{-1}]$						
Teplota přiváděného vzduhu	$\theta_{\text{int},i} =$	18	$[\text{°C}]$						
Teplota odsávaného vzduhu	$\theta_o =$	18	$[\text{°C}]$						
Teplota venkovního vzduhu	$\theta_e =$	-12	$[\text{°C}]$						
Účinnost výměníku pro ZZT	$n =$	0,55							
Teplota vzduchu za výměníkem	$\theta_1 = (\theta_o - \theta_e) \cdot n + \theta_e =$			4,5	$[\text{°C}]$				
Teplota odváděného vzduhu				$\theta_2 = \theta_e + \theta_o - \theta_1 =$	1,5	$[\text{°C}]$			
Potřebný výkon pro kotelnu			$Q_k = V_p \cdot 0,34 \cdot (\theta_{\text{int},i} - \theta_1) =$				4636	$[\text{W}]$	
Zóna 2									
Množství přiváděného vzduhu	$V_p =$	900	$[\text{m}^3 \text{h}^{-1}]$						
Množství odváděného vzduhu	$V_o =$	900	$[\text{m}^3 \text{h}^{-1}]$						
Teplota přiváděného vzduhu	$\theta_{\text{int},i} =$	22	$[\text{°C}]$						
Teplota odsávaného vzduhu	$\theta_o =$	21	$[\text{°C}]$						
Teplota venkovního vzduhu	$\theta_e =$	-12	$[\text{°C}]$						
Účinnost výměníku pro ZZT	$n =$	0,55							
Teplota vzduchu za výměníkem	$\theta_1 = (\theta_o - \theta_e) \cdot n + \theta_e =$			6,2	$[\text{°C}]$				
Teplota odváděného vzduhu				$\theta_2 = \theta_e + \theta_o - \theta_1 =$	2,9	$[\text{°C}]$			
Potřebný výkon pro kotelnu			$Q_k = V_p \cdot 0,34 \cdot (\theta_{\text{int},i} - \theta_1) =$				4850	$[\text{W}]$	
Zóna 3									
Množství přiváděného vzduhu	$V_p =$	810	$[\text{m}^3 \text{h}^{-1}]$						
Množství odváděného vzduhu	$V_o =$	810	$[\text{m}^3 \text{h}^{-1}]$						
Teplota přiváděného vzduhu	$\theta_{\text{int},i} =$	22	$[\text{°C}]$						
Teplota odsávaného vzduhu	$\theta_o =$	21	$[\text{°C}]$						
Teplota venkovního vzduhu	$\theta_e =$	-12	$[\text{°C}]$						
Účinnost výměníku pro ZZT	$n =$	0,55							
Teplota vzduchu za výměníkem	$\theta_1 = (\theta_o - \theta_e) \cdot n + \theta_e =$			6,2	$[\text{°C}]$				
Teplota odváděného vzduhu				$\theta_2 = \theta_e + \theta_o - \theta_1 =$	2,9	$[\text{°C}]$			
Potřebný výkon pro kotelnu			$Q_k = V_p \cdot 0,34 \cdot (\theta_{\text{int},i} - \theta_1) =$				4365	$[\text{W}]$	
Zóna 4									
Množství přiváděného vzduhu	$V_p =$	480	$[\text{m}^3 \text{h}^{-1}]$						
Množství odváděného vzduhu	$V_o =$	480	$[\text{m}^3 \text{h}^{-1}]$						
Teplota přiváděného vzduhu	$\theta_{\text{int},i} =$	20	$[\text{°C}]$						
Teplota odsávaného vzduhu	$\theta_o =$	20	$[\text{°C}]$						
Teplota venkovního vzduhu	$\theta_e =$	-12	$[\text{°C}]$						
Účinnost výměníku pro ZZT	$n =$	0,55							
Teplota vzduchu za výměníkem	$\theta_1 = (\theta_o - \theta_e) \cdot n + \theta_e =$			5,6	$[\text{°C}]$				
Teplota odváděného vzduhu				$\theta_2 = \theta_e + \theta_o - \theta_1 =$	2,4	$[\text{°C}]$			
Potřebný výkon pro kotelnu			$Q_k = V_p \cdot 0,34 \cdot (\theta_{\text{int},i} - \theta_1) =$				2872	$[\text{W}]$	

Tabulka 8.3 Výpočet tepelného výkonu pro vzduchotechniku

8.2.3 Přehled výstupních hodnot

Číslo zóny	Převládající účel zóny	V_p [m ³ h ⁻¹]	$\theta_{int,i}$ [°C]	Q_k [W]
1	Technické zázemí objektu	1 010	18	4 636
2	Herna 1 a její zázemí	900	22	4 850
3	Herna 2 a její zázemí	810	22	4 365
4	Administrativní část 2.NP	480	20	2 872
			Celkem:	16 723

Tabulka 8.4 Přehled výstupních hodnot výkonů pro vzduchotechniku

Celkový výkon pro provoz vzduchotechniky:

$$Q_{VZT} = Q_{k1} + Q_{k2} + Q_{k3} + Q_{k4} = 4636 + 4850 + 4365 + 2872 = 16\,723 \text{ [W]} \quad (1.32)$$

8.3 Příprava teplé vody

8.3.1 Výpočet potřeby a tepelného výkonu pro ohřev teplé vody

Teplotní spád teplé vody je navržen 55/35 [°C]. Tepelné čerpadlo je navrženo na teplotní spád topné vody pouze 50/40 [°C]. Pro přípravu teplé vody je předpokládáno, že tepelné čerpadlo bude nepřímo ohřívat teplo vodu přes výměník v zásobníku teplé vody pouze na teplotu 45 [°C]. Dohřívání teplé vody na požadovaných 55 [°C] bude zajištěno dalším elektrickým akumulčním ohříváčem. Dohřátí teplé vody elektrickou topnou vložkou umístěnou přímo v zásobníku teplé vody by bylo nevhodné z hlediska vyšších teplot topné vody vracející se do tepelného čerpadla.

Jako ochrana proti výskytu Legionelly je navržen druhý způsob ohřevu teplé vody. Tepelné čerpadlo se zcela odstaví a ohřev teplé vody bude zajištěn pouze elektrickou topnou tyčí instalovanou v zásobníku teplé vody. Při tomto ohřevu bude voda ohřáta až na 70 [°C]. Ohřívání elektrickou topnou vložkou bude v provozu pouze v době stanovené hygienickými předpisy. Mimo tuto dobu bude teplá voda ohřívána vždy tepelným čerpadlem a dohřívána elektrickým zásobníkovým ohříváčem.

Stanovení množství potřebné teplé vody:

- Dle normových hodnot z ČSN 06 0320 [44]

$$V_p = V_{2p,n} \cdot n + V_{2p,a} \cdot A_{úklid} = 0,02 \cdot 67 + 0,02 \cdot \frac{480}{100} = 1,436 \text{ [m}^3\text{den}^{-1}\text{]} \quad (1.33)$$

$n = 67$ je počet osob (57 dětí, 4 učitelky, 1 ředitelka, 2 uklízečky, 2 pracovníce pro přípravu jídla, 1 školník)

$A_{úklid}$ je plocha pro úklid [m²]

V_{2p} je množství spotřebované vody dle tabulky z ČSN 06 0320 Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody – Navrhování a projektování (2006).[44]

- Podrobnějším rozbohem:

Činnost	Spotřeba vody [m ³] / měrnou jednotku	Měrná jednotky (množství)	Předpokládané opakování za den	Spotřeba za den V_p [m ³]
mytí rukou	0,002	na osobu (67)	5	0,67
sprcha	0,025	na osprchování (1)	15	0,375
umytí nádobí po obědě	0,001	na porci (67)	1	0,07
umytí nádobí po svačince	0,0005	na porci (67)	2	0,07
mytí podlahy + úklid	0,020	na 100 m ² (740)	1	0,148
Celkem:				1,333

Tabulka 8.5 Podrobný rozbor potřeby teplé vody

Poznámka

Pro další výpočet je uvažováno množství potřebné vody získané podrobnějším rozbohem.

Teplo odebrané:

$$Q_{2t} = 1,163 \cdot V_p \cdot (\theta_2 - \theta_1) = 1,163 \cdot 1,333 \cdot (55 - 10) = 69,78 \text{ [kWh]} \quad (1.34)$$

θ_1 požadovaná teplota ohřáté teplé vody [°C]

θ_2 je teplota studené vody [°C]

Teplo ztracené cirkulací:

$$Q_{2z} = Q_{2t} \cdot z = 69,78 \cdot 0,3 = 20,93 \text{ [kWh]} \quad (1.35)$$

z je uvažovaná ztráta tepla při proudění v potrubí (uvažováno dobře zaizolované potrubí ztráta 30 [%])

Teplo celkem:

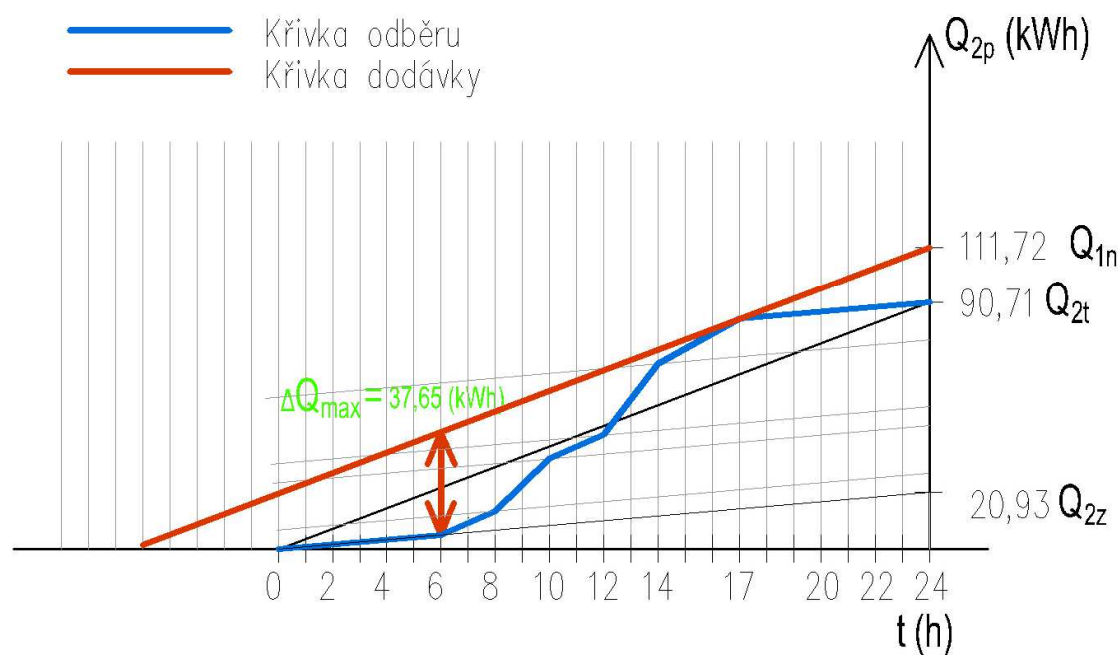
$$Q_{2p} = Q_{2t} + Q_{2z} = 69,78 + 20,93 = 90,71 \text{ [kWh]} \quad (1.36)$$

Rozložení potřeby teplé vody průběhu dne:

Časový odhad [h]	Spotřeba vody s [%]	Teplo odebírané $Q_{2t,h} = 0,01 \cdot s \cdot Q_{2t}$ [kWh]	Teplo ztracené $Q_{2z,h} = z \cdot Q_{2t,h}$ [kWh]	Teplo celkové $Q_{2p,h} = Q_{2t,h} + Q_{2z,h}$ [kWh]
6:00 až 8:00	10	6,978	2,093	9,071
8:00 až 10:00	25	17,444	5,233	22,678
10:00 až 12:00	10	6,978	2,093	9,071
12:00 až 14:00	35	24,422	7,327	31,749
14:00 až 17:00	20	13,955	4,187	18,142

Tabulka 8.6 Rozložení potřeby teplé vody průběhu dne

Odběrový diagram



Obrázek 8.3 Odběrový diagram teplé vody

Maximální hodinová potřeba vody:

$$Q_{2p,h,max} = \frac{Q_{2p,12-14}}{n_{h,12-14}} = \frac{31,749}{2} = 15,88 \text{ [kWh]} \quad (1.37)$$

$Q_{2p,12-14}$ je odhad špičky mezi 12 až 14 hodinou (31,749 [kWh])

$n_{h,12-14}$ je doba špičky [h]

Návrh zásobníkového ohřevu spád 55/35 [°C] (zdroj tepelná čerpadlo):

Velikost zásobníku:

$$V_z = \frac{\Delta Q_{Q_{\max}}}{1,163 \cdot \Delta \theta} = \frac{37,65}{1,163 \cdot 45} = 0,719 \text{ [m}^3\text{]} \quad (1.38)$$

ΔQ_{\max} je maximální rozdíl mezi odběrem a dodávkou tepla [kWh]

$\Delta \theta$ je rozdíl mezi teplotou požadované ohřáté teplé vody a vodou studenou [°C]

Jmenovitý výkon ohřevu:

$$Q_{tv} = \frac{Q_{1n}}{t_{\max}} = \frac{111,72}{20} = 5,586 \text{ [kW]} \quad (1.39)$$

t_{\max} je předpokládaná doba po kterou je tepelná soustava v provozu [h]

Q_{1n} potřebné teplo celkem po posunutí křivky odběru [kWh]

Dle poměrů teplotních spádů je rozdělen tepelný výkon pro ohřátí teplé vody:

- Tepelné čerpadlo: 45/10 [°C] 77,7 [%] $Q_{TV}=4,340 \text{ [kW]}$
- Elektrický akumulární ohřívač: 55/45 [°C] 22,3 [%] $Q_{TV,el}=1,246 \text{ [kW]}$

8.3.2 Návrh zařízení pro přípravu teplé vody

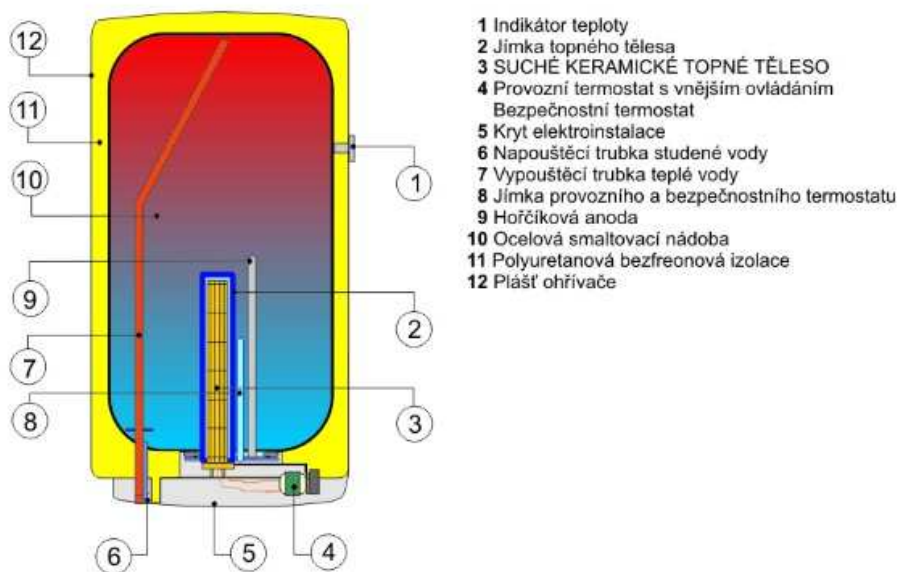
8.3.2.1 Návrh elektrického akumulčního ohřívače

Návrh: **DRAŽICE OKCE 50**, objem 50 [l], topný výkon 2,2 [kW].

Součástí zařízení je pojistný ventil. Ohřev zajišťuje keramické topné těleso ovládané provozním termostatem, lze také využít pro ohřev pouze v době nízkého tarifu.

Typ bojleru	OKCE 50	OKCE 80	OKCE 100	OKCE 125	OKCE 160	OKCE 180	OKCE 200
Objem [l]	51	80	100	125	152	180	200
Maximální provozní tlak nádoby [MPa]	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Napětí [V]	230	230	230	230	230	230	230
Příkon [W]	2 200	2 200	2 200	2 200	2 200	2 200	2 200
Elektrické krytí	IP 44	IP 44	IP 44	IP 44	IP 44	IP 44	IP 44
Výška ohřívače [mm]	585	757	902	1 067	1 255	1 187	1 287
Průměr ohřívače [mm]	524	524	524	524	524	584	584
Maximální hmotnost ohřívače bez vody [kg]	28	32	39	43	49	63	66
Doba ohřevu elektrickou energií z 10 °C na 60 °C [hod]	1,3	2,1	2,6	3,3	4,0	4,8	5,3
Doporučený jistič [A]	16	16	16	16	16	16	16
Zátěžový profil	M	M	M	M	L	XL	XL
Denní spotřeba el. energie [kWh]	6,32	6,19	6,31	6,59	12,03	20,11	20,34
Smišená voda V40	80,84	138,7	165,41	231,1	242,83	297,01	331,26

Obrázek 8.4 Technické parametry elektrického akumulčního ohřívače DRAŽICE OKCE [27]



Obrázek 8.5 Řez zásobníkem elektrického akumulčního ohřívače DRAŽICE OKCE [27]

8.3.2.2 Návrh zásobníku teplé vody

Potřebná teplosměnná plocha zásobníku teplé vody:

$$\Delta t = \frac{(T_1 - \theta_2) - (T_2 - \theta_1)}{\ln \frac{(T_1 - \theta_2)}{(T_2 - \theta_1)}} = \frac{(50 - 45) - (40 - 10)}{\ln \frac{(50 - 45)}{(40 - 10)}} = \frac{5 - 30}{-1,791} = 13,84 [^{\circ}\text{C}] \quad (1.40)$$

$$A_{tv} = \frac{Q_{TV} \cdot 10^3}{U \cdot \Delta t} \quad (1.41)$$

- Pro venkovní teplotu -15 [°C]

$$A_{tv} = \frac{4,340 \cdot 10^3}{420 \cdot 13,95} = 0,741 [\text{m}^2]$$

- Pro venkovní teplotu +35 [°C]

$$A_{tv} = \frac{30,50 \cdot 10^3}{420 \cdot 13,95} = 5,206 [\text{m}^2]$$

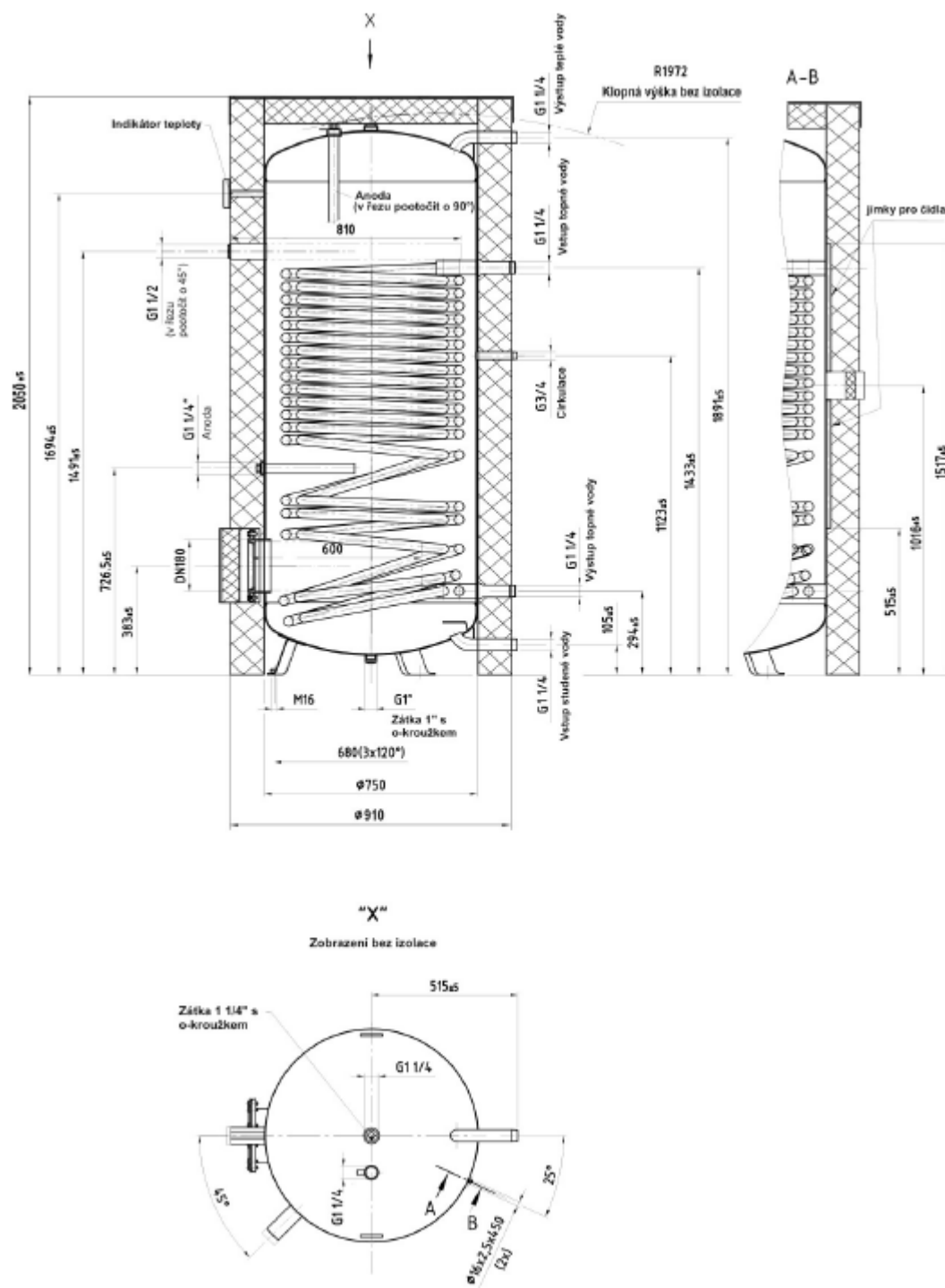
$Q_{1n,t}$ je uvažovaná hodnota pro léto – dostupný výkon tepelného čerpadla [kW]

Návrh:

Dražice OKC 750 NTR/HP

Typ bojleru	OKC 250 NTR/HP	OKC 300 NTR/HP	OKC 400 NTR/HP	OKC 500 NTR/HP	OKC 750 NTR/HP	OKC 1000 NTR/HP
Objem [l]	234	286	380	469	727	945
Hmotnost [kg]	119	133	166	200	263	335
Výška zásobníku [mm]	1 542	1 595	1 591	1 921	2050	2083
Průměr zásobníku [mm]	584	670	700	700	990	1090
Maximální provozní tlak nádoby [MPa]	1	1	1	1	1	1
Maximální provozní tlak výměníku [MPa]	1	1	1	1	1	1
Maximální teplota topné vody [°C]	110	110	110	110	110	110
Maximální teplota T _{UV} [°C]	90	90	90	90	90	90
Výhřevná plocha výměníku [m ²]	2,5	3,2	5	6,2	7,0	9,0
Objem výměníku [l]	17	21	35	43	49	64
Statická ztráta [W]		87	72	114	127	

Obrázek 8.6 Technické parametry navrženého zásobníku teplé vody [28]



Obrázek 8.7 Schématický řez zásobníkem teplé vody [28]

Přepočet skutečného rozdílu teplot pro skutečnou výhřevnou teplosměnnou plochu zásobníku:
 $A_{TV,skut} = 6,2 \text{ [m}^2\text{]}$ při venkovní teplotě $+35 \text{ [}^\circ\text{C]}$ vyjádřením ze vztahu 1.15:

$$\Delta t = \frac{Q_{1n,t} \cdot 10^3}{U \cdot A_{TV,skut}} = \frac{30,50 \cdot 10^3}{420 \cdot 7} = 10,37 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

Z výpočtu vyplývá, že bude dodržený teplotní spád pro tepelné čerpadlo a nebude se vracet teplejší vratná voda.

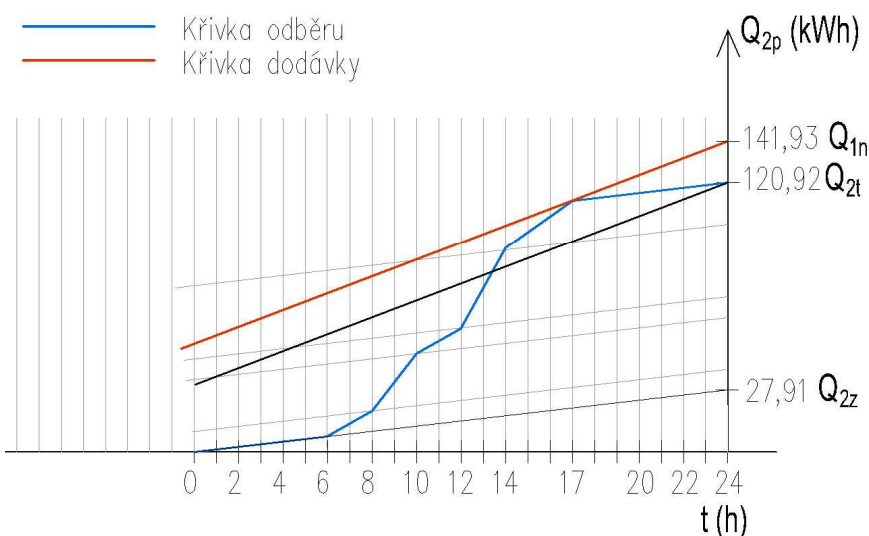
8.3.2.3 Návrh topné vložky ohřev proti výskytu Legionelly

Stejným postupem a použitím stejných vztahů byl vypočten jmenovitý výkon pro ohřev teplé vody Q_{tv} .

Teplotní spád teplé vody:		70/35 [°C]		
Teplo odebrané		$Q_{2t} =$	93,017 [kWh]	
Teplo ztracené cirkulací		$Q_{2z} =$	27,90502 [kWh]	
Teplo celkem		$Q_{2p} =$	120,922 [kWh]	
Rozložení teplot v průběhu dne:				
Časový odhad [h]	Spotřeba vody s [%]	Teplo odebírané $Q_{2t,h} = 0,01 \cdot s \cdot Q_{2t}$ [kWh]	Teplo ztracené $Q_{2z,h} = z \cdot Q_{2t,h}$ [kWh]	Teplo celkové $Q_{2p,h} = Q_{2t,h} + Q_{2z,h}$ [kWh]
6:00 až 8:00	10	9,302	2,791	12,092
8:00 až 10:00	25	23,254	6,976	30,230
10:00 až 12:00	10	9,302	2,791	12,092
12:00 až 14:00	35	32,556	9,767	42,323
14:00 až 17:00	20	18,603	5,581	24,184
Maximální hodinová potřeba vody				
		$Q_{2p,h,max} =$	21,161 [kWh]	
Potřebný teplo celkem		$Q_{1n} =$	141,93 [kWh]	
Jmenovitý výkon ohřevu		$Q_{tv} =$	7,097 [kW]	

Tabulka 8.7 Výpočet jmenovitého výkonu pro ohřev teplé vody na 70 [°C]

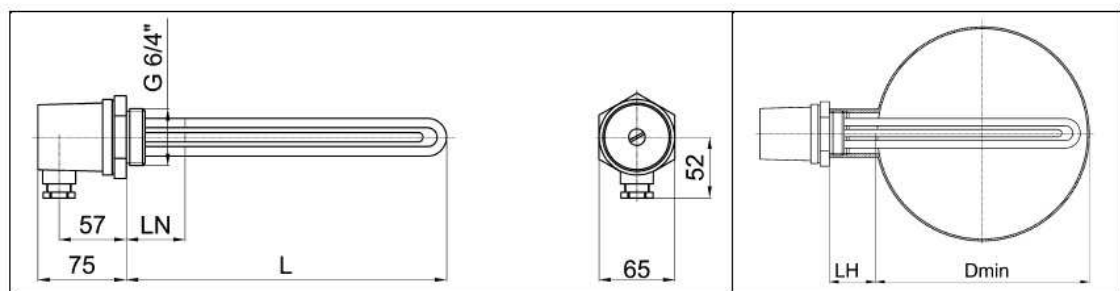
Odběrový diagram



Obrázek 8.8 Odběrový diagram pro ohřev teplé vody na 70 [°C]

Návrh: elektrické topné těleso **REGULUS ETT-A-7,5, G 6/4"** bez termostatické hlavice. Jmenovitý výkon 7,5 [kW], připojení 3x400 [V].

Typ tělesa	Jmenovitý výkon	Jmenovitý proud jednou fází			Minimální hodnota jističe		
		1x230 V	3x230 V	3x400 V	1x230 V	3x230 V	3x400 V
ETT - A - 2,0	2,0 kW	8,7 A	2,9 A	-	10 A	3x4 A	-
ETT - A - 3,0	3,0 kW	13,0 A	4,3 A	-	16 A	3x6 A	-
ETT - A - 4,5	4,5 kW	19,6 A	6,5 A	-	20 A	3x10 A	-
ETT - A - 6,0	6,0 kW	26,1 A	8,7 A	-	32 A	3x10 A	-
ETT - A - 7,5	7,5 kW	-	-	10,8 A	-	-	3x16 A
ETT - A - 9,0	9,0 kW	-	-	13,0 A	-	-	3x16 A
ETT - A - 12,0	12,0 kW	-	-	17,4 A	-	-	3x20 A



Typ tělesa	Jmenovitý výkon	Délka tělesa L	Délka netopícího konce LN	Min. průměr nádrže bez vnitřního výměníku Dmin		Kód
				pro LH=50mm	pro LH=100mm	
ETT - A - 2,0	2,0 kW	245 mm	100 mm	240 mm	240 mm	8935
ETT - A - 3,0	3,0 kW	305 mm	100 mm	280 mm	240 mm	8936
ETT - A - 4,5	4,5 kW	370 mm	100 mm	350 mm	310 mm	8937
ETT - A - 6,0	6,0 kW	495 mm	100 mm	480 mm	430 mm	8938
ETT - A - 7,5	7,5 kW	585 mm	100 mm	560 mm	550 mm	8939
ETT - A - 9,0	9,0 kW	680 mm	100 mm	650 mm	600 mm	8940
ETT - A - 12,0	12,0 kW	815 mm	100 mm	790 mm	750 mm	8941

Otopná kapalina přicházející do přímého styku s topným tělesem musí splňovat podmínky ČSN 07 7401.

Teplá voda přicházející do přímého styku s topným tělesem nesmí překračovat následující hodnoty :

pH	celkový obsah pevných částic (TDS)	Vápník	Chloridy	Hořčík	Sodík	Železo
6.5-9.5	600 mg/litr	40 mg/litr	100 mg/litr	20 mg/litr	200 mg/litr	0.2 mg/litr

Obrázek 8.9 Technické parametry elektrické topné vložky REGULUS ETT-A-7,5 [29]

9 NÁVRH OTOPNÝCH TĚLES

9.1 Obecný postup výpočtu

Návrh teplotního spádu: **50/40 [°C]** – nízkoteplotní zdroj

Rozdílový ukazatel:

$$c = \frac{(t_{w2} - t_i)}{(t_{w1} - t_i)} \quad [-] \quad (1.42)$$

t_i je navrhovaná zimní teplota v místnosti [°C]

t_{w1} je teplota topné vody na přívodním potrubí [°C] (50 [°C])

t_{w2} je teplota topné vody na vratném potrubí [°C] (40 [°C])

Přepočet výkonu otopného tělesa:

1. Je-li $c \geq 0,70$

$$Q_{ot} = Q_n \cdot \left(\frac{\Delta t}{\Delta t_n} \right)^n \quad [W] \quad (1.43)$$

Index n znázorňuje parametry uvedené výrobcem

Q_n je výkon otopného tělesa, který udává výrobce [W]

n je teplotní exponent – pro desková otopná tělesa $n = 1,30$

$$\Delta t = \frac{t_{w1} + t_{w2}}{2} - t_i \quad [^\circ C] \quad (1.44)$$

2. Je-li $c < 0,70$

$$Q_{ot} = Q_n \cdot \left(\frac{\Delta t_{ln}}{\Delta t_{ln,n}} \right)^n \quad [W] \quad (1.45)$$

$$\Delta t_{ln} = \frac{t_{w1} + t_{w2}}{\ln\left(\frac{t_{w1} - t_i}{t_{w2} - t_i}\right)} \quad [^\circ C] \quad (1.46)$$

Skutečný výkon otopných těles:

$$Q_{ot,skut} = Q_{ot} \cdot \Phi \cdot z_1 \cdot z_2 \cdot z_3 \quad [W] \quad (1.47)$$

Φ je součinitel zohledňující způsob připojení otopných těles

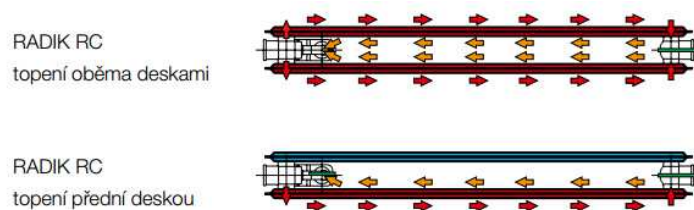
z_1 je součinitel na úpravu okolí – zákryty, parapety...

z_2 je součinitel zohledňující počet článků otopných těles

z_3 je součinitel na umístění tělesa v místnosti

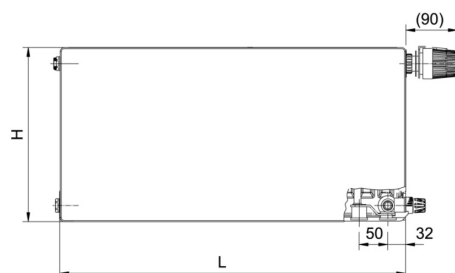
9.2 Popis navrhovaných otopných těles

V celém objektu jsou navrženy otopná tělesa Korado RADIK RC PLAN VK s pravým spodním připojením nebo Korado RADIK RC PLAN VKL s levým spodním připojením. Jedná se o energeticky úsporná desková otopná tělesa s hladkou čelní deskou a s technologií řízeného zatékání otopné vody. Tato technologie umožňuje úplné uzavření průtoku topné vody zadní deskou. To má za následek vyšší střední teplotu čelní desky, která zvyšuje podíl sálavé složky předávání tepla do místnosti a zvyšuje střední radiační teplotu. Tím se docílí lepší tepelné pohody při nižší teplotě vzduchu ve vytápěné místnosti, což vede k hospodárnějšímu provozu. Pro zajištění správné funkce otopných těles se musí stanovit stupeň přednastavení ventilu. [30]

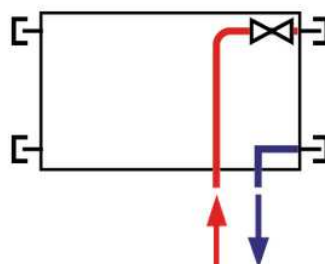


Obrázek 9.1 Způsob topení tělesy Korado RADIK RC [31]

Korado RADIK RC PLAN VK - pravé spodní připojení



Obrázek 9.2 Schématický pohled na otopné těleso Korado RADIK RC PLAN VK [32]

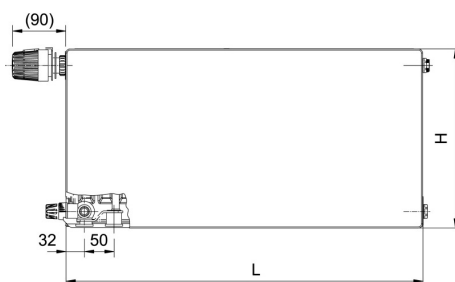


Obrázek 9.3 Způsob zapojení otopného tělesa Korado RADIK RC PLAN VK [32]

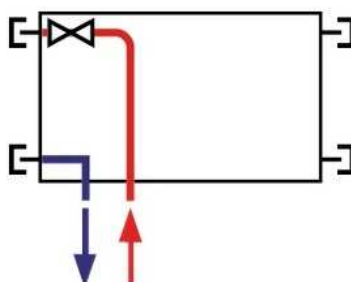
Výška (H)	300, 400, 500, 600, 900 mm
Délka (L)	400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000 mm
Hloubka (B)	
- Typ 20 RC PLAN VK	68 mm
- Typ 21 RC PLAN VK	68 mm
- Typ 22 RC PLAN VK	102 mm
- Typ 33 RC PLAN VK	157 mm
Připojovací rozteč	50 mm
Připojovací závit	6 × G½ vnitřní
Nejvyšší přípustný provozní přetlak	1,0 MPa
Nejvyšší přípustná provozní teplota (°C)	110 °C
Připojení otopného tělesa	pravé spodní

Tabulka 9.1 Technické parametry otopného tělesa Korado RADIK RC PLAN VK [32]

Korado RADIK RC PLAN VKL – levé spodní připojení



Obrázek 9.4 Schématický pohled na otopné těleso Korado RADIK RC PLAN VKL [33]



Obrázek 9.5 Způsob zapojení otopného tělesa Korado RADIK RC PLAN VKL [33]

Výška (H)	300, 400, 500, 600, 900 mm
Délka (L)	400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000 mm
Hloubka (B)	
- Typ 20 RC PLAN VKL	68 mm
- Typ 21 RC PLAN VKL	68 mm
- Typ 22 RC PLAN VKL	102 mm
- Typ 33 RC PLAN VKL	157 mm
Připojovací rozteč	50 mm
Připojovací závit	6 × G½ vnitřní
Nejvyšší přípustný provozní přetlak	1,0 MPa
Nejvyšší přípustná provozní teplota (°C)	110 °C
Připojení otopného tělesa	levé spodní

Tabulka 9.2 Technické parametry otopného tělesa Korado RADIK RC PLAN VKL [33]

9.3 Návrh rozměrů otopných těles

Číslo místnosti	Účel místnosti	t _i [°C]	Teplota ztráta místnosti $\Phi_{H,L}$ [W]	Typ navrženého otopného tělesa	ROZMĚRY		Výkon otopného tělesa [W] 75/65/20 [°C]	Přepočtený výkon otopného tělesa [W]	z1	z2	z3	φ	Skutečný výkon O.T. Q_{skut} [W]	Rezerva [%]	Objem vody [l]
					Délka [mm]	Výška [mm]									
1.01, 1.10	Příjem + Chodba 2	18	350,084	2xRADIK RC PLAN - 21_VK	600	x 400	1076	477,818	0,90	1,0	0,9	1,0	387,033	10,6	3,1
1.02	Sklad a mytí termosu	18	157,177	RADIK RC PLAN - 21_VK	600	x 300	436	193,614	0,90	1,0	1,0	1,0	174,253	10,9	2,2
1.04	Technická místnost 1	15	227,243	RADIK RC PLAN - 22_VK	500	x 400	594	270,130	0,90	1,0	1,0	1,0	243,117	7,0	2,2
1.06	Sklad a sušení prádla	20	418,659	2xRADIK RC PLAN - 21_VKL	600	x 400	1076	431,223	1,00	1,0	1,0	1,0	431,223	3,0	2,2
1.08	Sklad školky	18	167,983	RADIK RC PLAN - 20_VKL	500	x 500	390	173,187	1,00	1,0	1,0	1,0	173,187	3,1	2,6
1.13	Sprcha muži	24	224,465	RADIK RC PLAN - 22_VKL	600	x 600	979	310,425	0,90	1,0	0,9	1,0	251,444	12,0	3,5
1.14	Sprcha ženy	24	226,248	RADIK RC PLAN - 22_VK	600	x 600	979	310,425	0,90	1,0	0,9	1,0	251,444	11,1	3,5
1.21	Chodba 3	18	394,711	2xRADIK RC PLAN - 21_VKL	600	x 400	1076	477,818	0,90	1,0	1,0	1,0	430,036	8,9	2,2
1.22	Zádvěří	18	155,960	RADIK RC PLAN - 20_VKL	600	x 300	436	193,614	0,90	1,0	1,0	1,0	174,253	11,7	2,2
1.30	Umývárna 1	24	419,126	RADIK RC PLAN - 33_VK	1000	x 400	1689	535,555	0,90	1,0	0,9	1,0	433,799	3,5	6,4
1.31	Herna 1	22	2309,361	5xRADIK RC PLAN - 33_VKL	900	x 400	7600	2724,002	0,90	1,0	1,0	1,0	2451,602	6,2	4,9
1.35	Umývárna 2	24	459,650	RADIK RC PLAN - 33_VK	1000	x 400	1689	535,555	0,90	1,0	1,0	1,0	481,999	4,9	6,4
1.37	Herna 2	22	2232,166	3xRADIK RC PLAN - 33_VKL	1000	x 600	7023	2517,193	0,90	1,0	1,0	1,0	2265,474	1,5	8,7
2.01, 2.02	Hala 2 + Schodiště 2.01	18	252,793	RADIK RC PLAN - 20_VK	800	x 500	624	277,099	1,00	1,0	1,0	1,0	277,099	9,6	4,1
2.03	Kancelář učitelky	20	315,669	RADIK RC PLAN - 22_VK	800	x 400	950	380,727	1,00	1,0	0,9	1,0	342,654	8,5	3,5
2.05	Archiv	20	268,691	RADIK RC PLAN - 20_VKL	800	x 600	722	289,352	1,00	1,0	1,0	1,0	289,352	7,7	4,6
2.06	Sborovna	20	496,215	RADIK RC PLAN - 22_VK	800	x 600	1305	522,998	1,00	1,0	1,0	1,0	522,998	5,4	4,6
2.07	Ředitelna	20	316,829	RADIK RC PLAN - 21_VKL	800	x 500	848	339,849	1,00	1,0	1,0	1,0	339,849	7,3	4,1
2.08	Denní místnost	20	288,254	RADIK RC PLAN - 21_VK	800	x 500	848	339,849	1,00	1,0	0,9	1,0	305,864	6,1	4,1
2.10	WC-personál muži 2	20	98,510	RADIK RC PLAN - 21_VKL	400	x 300	291	116,623	1,00	1,0	0,9	1,0	104,960	6,5	1,5
2.11	WC-personál ženy 2	20	201,731	RADIK RC PLAN - 20_VKL	700	x 500	546	218,818	1,00	1,0	1,0	1,0	218,818	8,5	3,6

Tabulka 9.3 Návrh rozměrů otopných těles

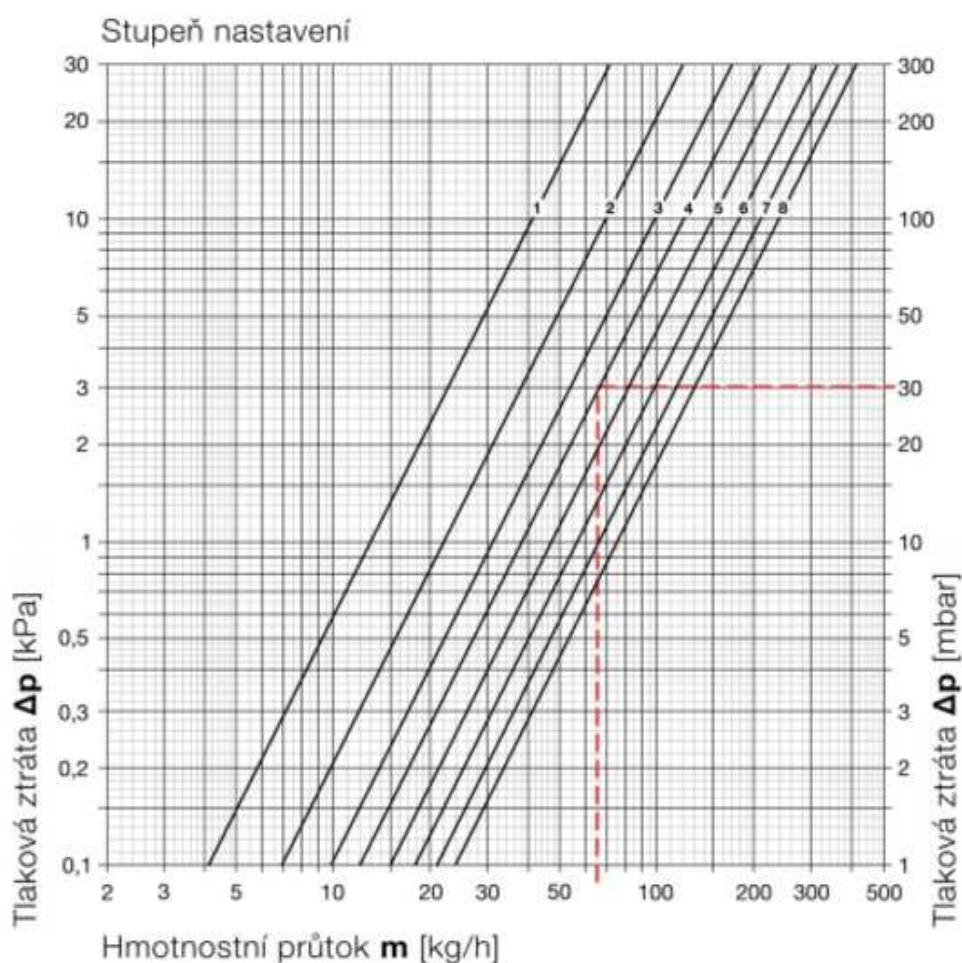
9.4 Hydraulické zregulování otopných těles

Všechna otopná tělesa budou hydraulicky zregulována pomocí 8-mi stupňového ventilu **Radik VENTIL KOMPAKT**. Stupeň přednastavení je uveden na o části 11.1 a ve výkresové dokumentaci. Označení: VKV (X), kde hodnota X značí stupeň přednastavení, který byl určen pomocí diagramu – stupeň přednastavení (obrázek 9.7). Z výroby je ventil přednastavený na hodnotu X=8. Po proplachu a ještě před zahájením topné zkoušky musí být ventil nastaven na příslušnou polohu. To se provádí pomocí speciálního klíče. [34]



Obrázek 9.6 8-mi stupňový ventil Radik VENTIL KOMPAKT [34]

Diagram – Stupeň přednastavení



Obrázek 9.7 Diagram – stupeň přednastavení 8-mi stupňového ventilu Radik VENTIL KOMPAKT [34]

9.5 Příslušenství otopných těles

9.5.1 Termostatická hlavice

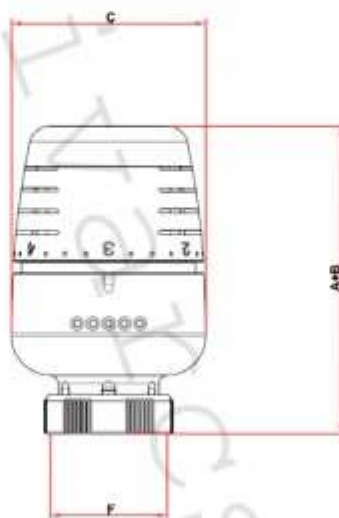
Návrh: IVAR.T 5000

Termostatický hlavice pro individuální nastavení teploty v jednotlivých místnostech.

Technické a provozní parametry:

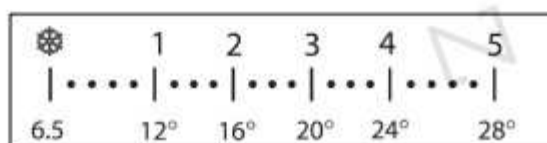
- rozsah nastavení $6,5\text{ °C} \div 28\text{ °C}$
- hystereze 0,5 K
- doba odezvy (Z) 23 minut
- maximální teplota provozní kapaliny 100 °C
- střední nastavení „3“ odpovídá teplotě v prostoru 20 °C
- přípojovací rozměr M30 x 1,5
- materiál hlavy: plast ABS, matice mosaz CW617N
- barevné provedení: bílá RAL 9010, provedení chrom na objednávku
- možnost omezení maximálního otevření a blokování nastavené hodnoty
- použitelná k termostatickým ventilům IVAR.VD, VS, VCD, VCS, VCR, M – ventil a k otopným tělesům typ ventil kompakt

Technický náčrtek s rozměry a objednávacími kódy:



Kód	A (mm)	B (mm)	C (mm)	F
501172	73	78	50	M30 x 1,5

Rozsah nastavení:



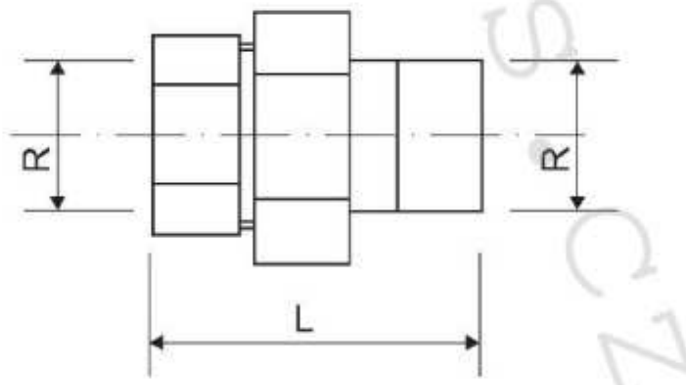
Obrázek 9.8 Technické parametry termostatické hlavice IVAR.T 5000 [35]

9.5.2 Přímé šroubení

Návrh: IVAR. SP 603

Přímé topenářské šroubení z mosazi pro napojení otopných těles na otopnou soustavu.

KÓD	TYP	ROZMĚR	L (mm)	R
0603010SP	IVAR.SP 603	3/8"	47	3/8"
0603015SP	IVAR.SP 603	1/2"	47	1/2"
0603020SP	IVAR.SP 603	3/4"	52	3/4"
0603025SP	IVAR.SP 603	1"	62	1"
0603032SP	IVAR.SP 603	5/4"	66	5/4"
0603040SP	IVAR.SP 603	6/4"	76	6/4"
0603050SP	IVAR.SP 603	2"	100	2"



Obrázek 9.9 Rozměrové schéma přípojovacího šroubení IVAR.T 5000 [36]

10 ZDROJ TEPLA

Zdrojem tepla pro vytápění, ohřev vzduchu ve vzduchotechnických jednotkách a pro přípravu teplé vody bude tepelné čerpadlo typu vzduch - voda s přídatným paralelně bivalentním zdrojem ve formě elektrické topné tyče pro pokrytí tepelných ztrát v období nízkých teplot. Jelikož se objekt nachází v zástavbě a ze situace vyplývá, že není prostor pro umístění venkovní jednotky, tepelné čerpadlo bude navrženo ve vnitřním provedení. Venkovní vzduch bude přiváděn a odváděn pomocí vzduchových kanálků k tepelnému čerpadlu.

10.1 Návrh tepelného čerpadla:

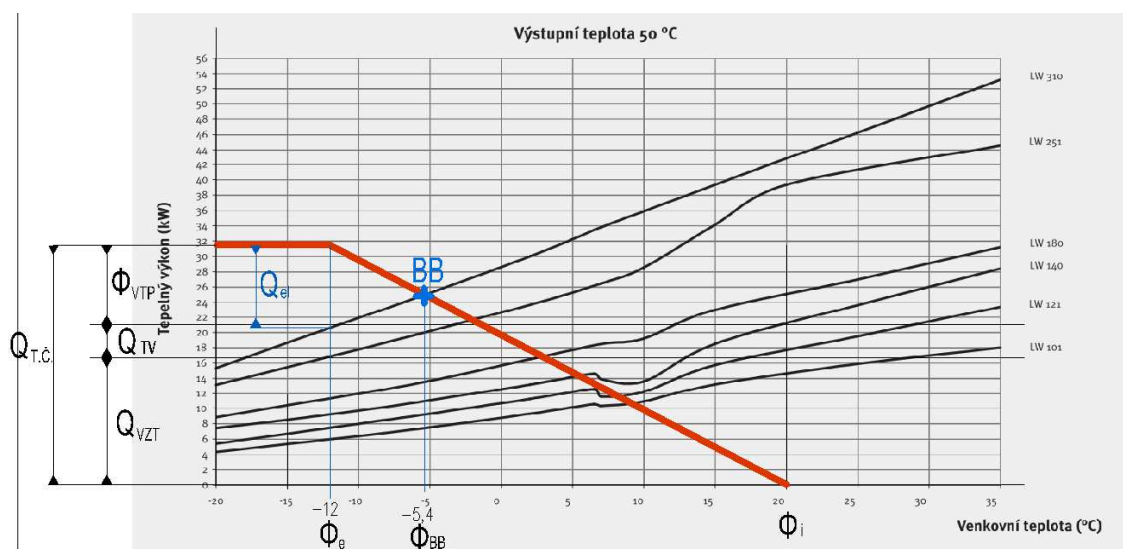
Potřebný výkon tepelného čerpadla:

$$Q_{T.č.} = Q_{tv} + \Phi_{VTP} + Q_{VZT} = 4,340 + 10,55 + 16,723 = 31,613 \text{ [kW]} \quad (1.48)$$

Q_{tv} je tepelný výkon pro zásobníkový ohřev teplé vody pomocí tepelného čerpadla [kW]

Φ_{VTP} je součet tepelných potřebných tepelných výkonu pro vytápění [kW]

Q_{VZT} je tepelný výkon potřebný pro ohřev vzduchu při nuceném větrání objektu [kW]



Obrázek 10.1 Výkonové křivky navrženého tepelného čerpadla [3]

BB je bod bivalence, určený na základě potřebného tepelného výkonu, vstupních teplot a výkonové křivky navrženého tepelného čerpadla

Φ_e je návrhová venkovní teplota v zimě (-12 [°C])

Φ_i je převažující návrhová teplota v interiéru (20 [°C])

Φ_{bb} je teplota bivalentního bodu (-5,4 [°C])

$Q_{el} = 10,95$ [kW] je výkon doplňujícího zdroje pro období nízkých teplot

Návrh: ALPHA INNOTECH LW310(L)

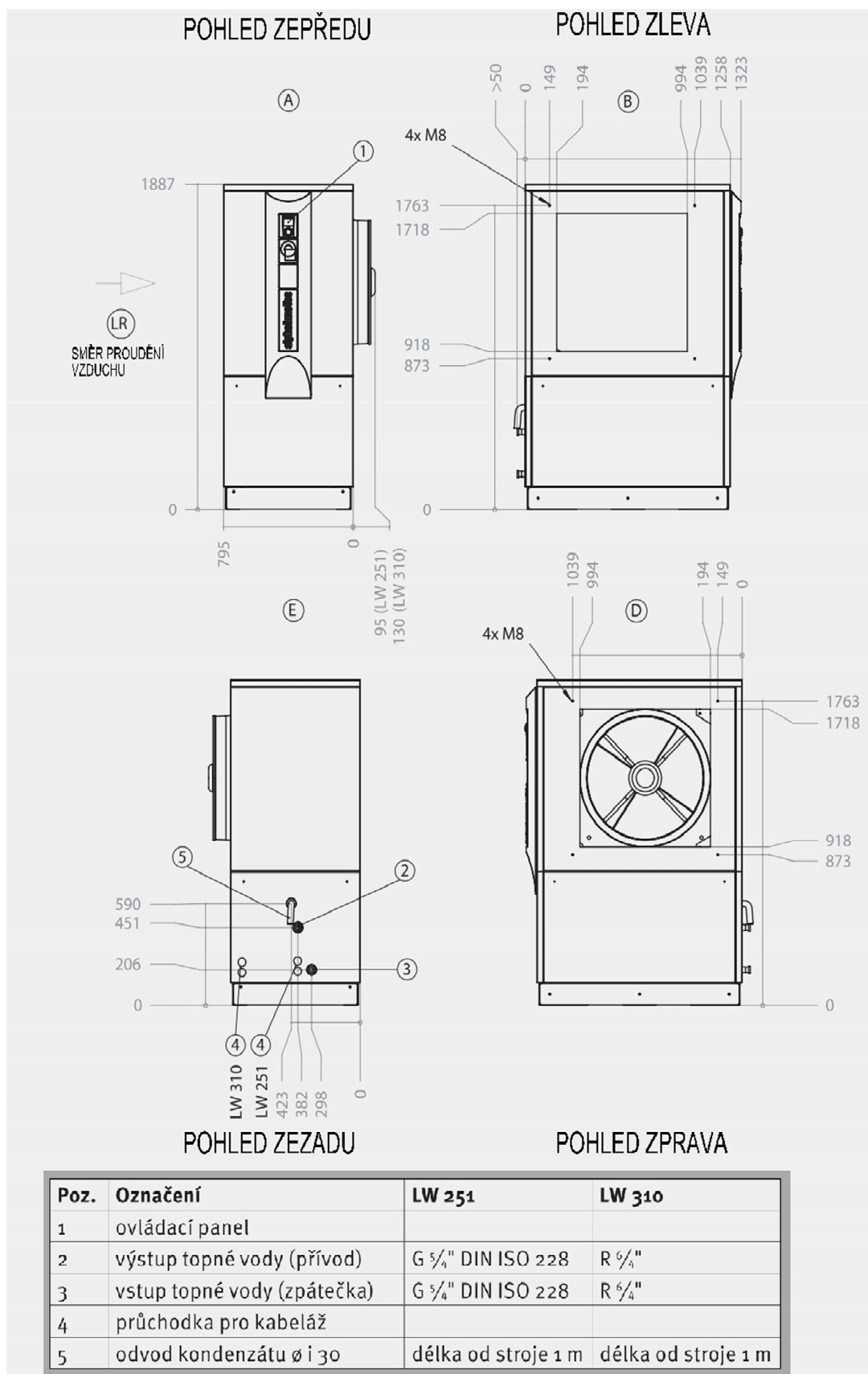
Tepelné čerpadlo pro vnitřní instalaci se vzduchovodnými kanály zajišťující nasávání venkovního vzduchu. Zařízení pracuje do maximální venkovní teploty -20 [°C], maximální teplota otopné vody je 58 [°C]. Další technické parametry jsou uvedené na obrázku č. 10.4.

Požadavky pro instalaci:

- Tepelné čerpadlo bude instalováno na nosné vodorovném roštu, připojení na potrubí otopné soustavy bude pružně odděleno pomocí flexibilních hadic
- Při provozu zařízení bude vznikat kondenzát, ten bude odveden do kanalizace potrubím systémem HT DN50 přes zápachovou uzávěru
- Nasávání a výfuk vzduchu bude pomocí stavebnicového systému vzduchovodu ALPHA INNOTECH LKS 900. Potrubí čtvercového průřezu vnějšího rozměru 900x900 [mm]. Průchodka zdí, která je součástí vzduchovodu, bude řádně upevněna ke zdivu již během vyzdívání stěn. Na vnější straně stěn musí být instalovaná proti dešťová mřížka. Z vnitřní strany dále bude instalovaný zakončovací rám, který opticky začistí přechod mezi zdí a vzduchovodem. Instalace vzduchovodu musí být přesně dle pokynů uvedených v technickém listě zařízení, tak aby nedošlo k šíření hluku, vzniku tepelných mostů apod. Musí být přesně dodržena vzdálenost potrubí, aby nedošlo k míšení nasávaného a vyfukovaného vzduchu.



Obrázek 10.2 Tepelné čerpadlo Alpha innoTec LW310 (L) [3]



Obrázek 10.3 Rozměry navrženého tepelného čerpadla [3]

Označení výrobku						LW 310(L)	
Druh tepelného čerpadla	země/voda vzduch/voda voda/voda		• týká se — netýká se		— • —		
Místo instalace	vnitřní vnější		• týká se — netýká se		• —		
Shoda					CE		
Výkonová data	topný výkon/topný faktor COP						
	A7/W35	normový bod podle EN14511	2 kompresory 1 kompresor	kW ... kW ...	35,0 19,1	4,0 4,2	
	A7/W45	normový bod podle EN14511	2 kompresory 1 kompresor	kW ... kW ...	34,4 18,9	3,5 3,6	
	A2/W35	provozní bod podle EN14511	2 kompresory 1 kompresor	kW ... kW ...	31,0 16,8	3,5 3,6	
	A10/W35	provozní bod podle EN14511	2 kompresory 1 kompresor	kW ... kW ...	37,0 20,2	4,1 4,3	
	A-7/W35	provozní bod podle EN14511	2 kompresory 1 kompresor	kW ... kW ...	25,0 13,2	2,8 2,9	
	A-15/W65		2 kompresory 1 kompresor	kW ... kW ...	—		
	Meze použití	topný okruh	°C		20 – 58 (60)**		
		zdroj tepla	°C		-20 – 35		
	dodatečný provozní bod		°C		—		
Hlučnost	hladina akustického tlaku uvnitř (ve vzdálenosti 1 m od stroje, průměrná)			dB(A)		60	
	hladina akustického tlaku venku (ve vzdálenosti 1 m od stroje, průměrná) (2 x 1 m originálního rovného vzduchového kanálu)			dB(A)		53	
	hladina akustického výkonu uvnitř			dB		—	
	hladina akustického výkonu venku			dB		58	
Zdroj tepla	objemový průtok vzduchu při maximální tlakové ztrátě			m³/h		7800	
	maximální tlaková ztráta			Pa		25	
Topný okruh	objemový průtok: minimální nominální A7/W35 EN14511 maximální			l/h		4000 6000 10000	
	tlaková ztráta tepelného čerpadla Δp objemový průtok			bar l/h		0,04 6000	
	dispoziční tlak oběhového čerpadla Δp objemový průtok			bar l/h		— —	
	objem taktovacího zásobníku			l		—	
	3cestný přepínací ventil ohřev teplé vody / vytápění			...		—	
Všeobecné údaje o výrobku	rozměry (viz rozměrový náčrt příslušné konstrukční velikosti)			konstrukční velikost		5	
	celková hmotnost			kg		540	
	připojení			topný okruh		R6/4" AG	
				okruh pro nabíjení zásobníku TUV		—	
	chladiivo			druh chladiva plnicí množství		— kg R404A 13,0	
Elektro	napěťový kód jistištění kompresoru **			... A		3~/PE/400V/50Hz C32	
	napěťový kód jistištění regulátoru **			... A		1~/N/PE/230V/50Hz B10	
	napěťový kód jistištění elektrického topného tělesa **			A		— —	
Tepelné čerpadlo	efektivní příkon v normovaném bodě A7/W35 podle EN14511: příkon proud cosφ			kW A ...		8,75 (4,5) 16,8 (8,7) 0,75 (0,75)	
	maximální provozní proud v mezi použití			A		28	
	záběrný proud: přímý se spouštěčem			A A		80 38	
	ochranná třída			IP		20	
	výkon elektrického topného tělesa 3 2 1 fázově			kW kW kW		— — —	
Konstrukční prvky	oběhové čerpadlo pro topný okruh při nominálním průtoku: max. příkon proud			kW A		— —	
Pojišťovací prvky	pojistná skupina pro topný okruh pojistná skupina pro zdroj tepla			součástí dodávky: • ano — ne		— —	
Regulátor tepelného čerpadla a topení				součástí dodávky: • ano — ne		•	
Řídicí a číselový kabel				součástí dodávky: • ano — ne		—	
Sílový kabel k výrobku				součástí dodávky: • ano — ne		—	
Elektronický spouštěč chodu				vestavěno: • ano — ne		•	
Expanzní nádoby	topný okruh: součástí dodávky objem tlak			• ano — ne l bar		— — —	
Přepouštěcí ventil				vestavěno: • ano — ne		—	
Pružné připojovací oddělení	topný okruh			součástí dodávky: • ano — ne		—	
						813509d	
*) v závislosti na stavební toleranci a průtoku ***) respektujte místní předpisy n. n. = neprokazatelné ww. = dle volby							
1) zpátečka topné vody 2) přívod topné vody							

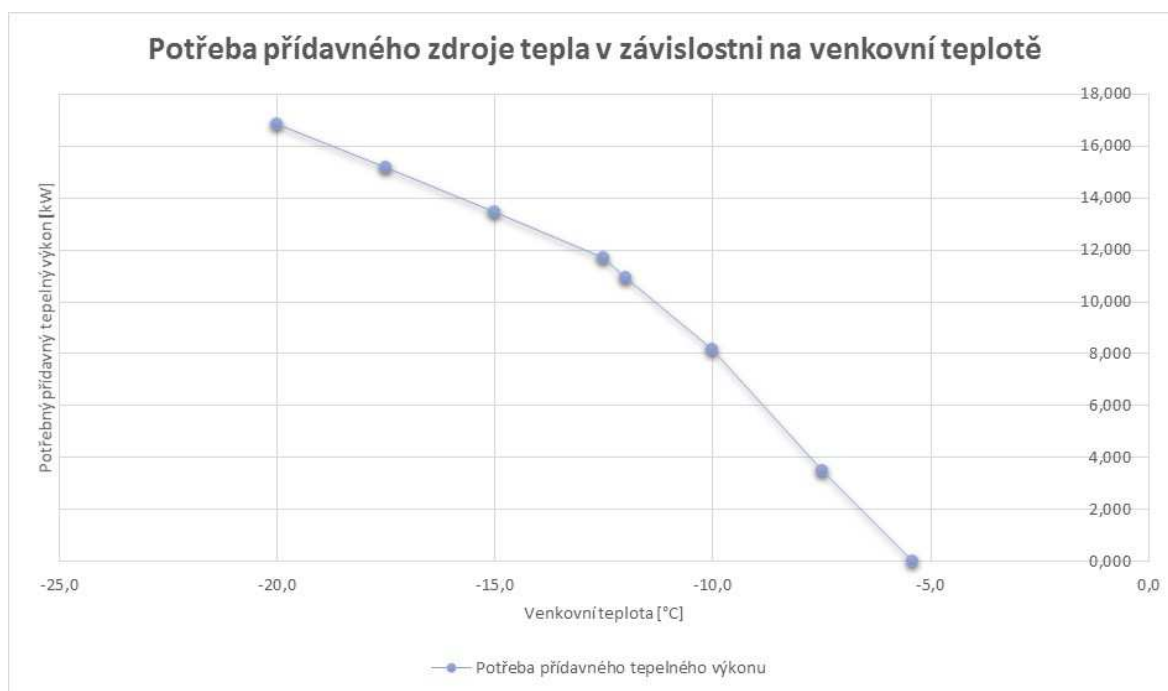
Obrázek 10.4 Technické parametry navrženého tepelného čerpadla [3]

10.2 Návrh paralelně bivalentního zdroje tepla

Pro pokrytí potřebného tepelného výkonu na vytápění a ohřev vzduchu pro nucené větrání období nízkých teplot, je nutno navrhnout přídatný zdroj tepla. Ten se zapne při poklesu venkovní teploty pod hodnotu teploty bivalence (-5,4 [°C]). Bude se jednat o elektrickou přímo-topnou tyč, která se vloží do akumulární nádrže topné vody.

	Venkovní teplota t_e	Výkonový stupeň tepelného čerpadla	Potřebný výkon z dalšího zdroje [kW]
	-20,0	50 °C 2VD	16,837
	-17,5	50 °C 2VD	15,184
	-15,0	50 °C 2VD	13,451
	-12,5	50 °C 2VD	11,686
	-12,0	50 °C 2VD	10,950
	-10,0	50 °C 2VD	8,150
	-7,5	50 °C 2VD	3,471
BB	-5,4	50 °C 2VD	0,000

Tabulka 10.1 Potřeba tepelného výkonu od elektrické topné tyče v období nízkých teplot



Obrázek 10.5 Graf závislosti potřeby tepla od elektrické topné tyče v závislosti na venkovní teplotě

Návrh: **Niklované elektrické topné těleso 9000 [W]** s metrickým závitem M48x2 s připojením na síť 3x400 [V].



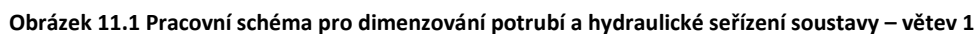
Obrázek 10.6 Elektrické topné těleso pro akumulční nádrž topné vody [37]

Parametry Topné těleso 9000W 3 x 400V niklované do elektrokotlů, elektrokotel, bojler

› Příkon	9000 W
› Napětí	3 x 400 V
› Závít	M48x2
› Materiál topné tyče	niklovaná měď
› Materiál příruby	mosaz
› Montáž	šestihran OK 65
› L	615 mm

Obrázek 10.7 Technické parametry elektrického topného tělesa pro akumulční nádrž topné vody [37]

11.1.1 Větev číslo 1 – vytápění prvního podlaží



11.1.1.1 Dimenzování potrubí a hydraulické seřízení

Napojení otopných těles je provedeno souproudým způsobem dle Tichelmanna. Hydraulické seřízení otopných těles bylo provedeno tak, aby každé těleso mělo přibližně stejnou tlakovou ztrátu (viz obrázek č. 11.1).

Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	Rl [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R.l+Z+ Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
Dimenzování základního okruhu (k nejvýše možnému OT ve směru přívodu) - VĚTEV 1												
1	243,12	20,9	0,40	15x1	0,050	4,5	2	10,6	13	TRV(2)	490	505
2	243,12	20,9	3,92	15x1	0,050	4,5	18	1,6	2	-	0	20
3	458,73	39,4	1,31	18x1	0,050	3,7	5	0,4	1	-	0	5
4	674,34	58,0	6,26	18x1	0,080	6,0	38	2,9	9	-	0	47
5	847,53	72,9	3,56	22x1	0,070	3,3	12	3,0	7	-	0	19
6	1 041,04	89,5	12,91	22x1	0,090	4,8	62	2,9	12	-	0	74
7	1 256,06	108,0	3,20	22x1	0,100	8,8	28	0,3	2	-	0	30
8	1 471,08	126,5	3,25	22x1	0,110	11,4	37	1,6	10	-	0	47
9	1 645,33	141,5	12,46	22x1	0,130	16,8	209	5,5	46	-	0	256
10	2 079,11	178,8	11,64	22x1	0,160	24,0	279	5,5	70	-	0	350
11	2 569,43	220,9	2,26	22x1	0,200	35,4	80	0,3	6	-	0	86
12	3 059,75	263,1	4,83	22x1	0,230	45,2	218	1,6	42	-	0	261
13	3 550,07	305,3	6,15	22x1	0,270	60,0	369	5,5	200	-	0	569
14	4 040,39	347,4	1,90	22x1	0,310	76,5	145	0,3	14	-	0	160
15	4 530,71	389,6	2,35	22x1	0,350	94,9	223	0,3	18	-	0	241
16	5 285,87	454,5	1,90	22x1	0,410	125,8	239	0,3	25	-	0	264
17	6 041,03	519,4	6,15	22x1	0,460	154,6	951	5,5	582	-	0	1 533
18	6 796,18	584,4	9,61	22x1	0,520	192,6	1851	6,8	919	-	0	2 770
19	7 278,18	625,8	23,79	22x1	0,560	220,1	5237	13,3	2085	-	0	7 322
20	7 529,63	647,4	0,76	22x1	0,580	234,5	178	0,3	50	-	0	229
21	7 781,07	669,1	6,96	22x1	0,600	249,3	1736	4,2	756	-	0	2 492
22	7 974,59	685,7	8,69	22x1	0,610	256,8	2231	2,9	540	-	0	2 771
23	8 148,84	700,7	2,14	22x1	0,630	272,2	584	1,0	198	-	0	782
24	8 148,84	700,7	11,89	22x1	0,630	272,2	3236	6,5	1290	-	0	4 526
R+S	8 148,84	700,7	1,50	22x1	0,630	272,2	408	13,4	2659	-	0	3 068
Tlaková ztráta směšovacího ventilu ESBE VRG 131 15-1.63:											18479	
Celkový tlak pro návrh čerpadla =											46904 [Pa]	

Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	Rl [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [Pa]	R.l+Z+ Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
Dimenzování potrubí (k nejvýše možnému OT ve směru vratu) - VĚTEV 1												
46	7 904,75	679,7	3,92	22x1	0,610	256,8	1006	2,2	409	-	0	1 415
45	7 689,13	661,1	1,31	22x1	0,590	241,8	317	0,9	157	-	0	473
44	7 473,52	642,6	6,26	22x1	0,570	227,2	1422	3,5	569	-	0	1 991
43	7 300,33	627,7	3,56	22x1	0,560	220,1	783	3,5	549	-	0	1 332
42	7 106,82	611,1	12,91	22x1	0,550	213,1	758	3,5	529	-	0	1 287
41	6 891,80	592,6	3,20	22x1	0,530	199,3	2573	0,9	126	-	0	2 699
40	6 676,78	574,1	3,25	22x1	0,510	186,0	595	2,2	286	-	0	881
39	6 502,53	559,1	12,46	22x1	0,500	179,5	583	6,1	763	-	0	1 346
38	6 068,73	521,8	11,64	22x1	0,470	160,6	2001	6,1	674	-	0	2 675
37	5 578,41	479,7	2,26	22x1	0,430	137,0	1594	0,9	83	-	0	1 677
36	5 088,09	437,5	4,83	22x1	0,390	115,1	260	2,2	167	-	0	428
35	4 597,77	395,3	6,15	22x1	0,350	94,9	458	6,1	374	-	0	832
34	4 107,45	353,2	1,90	22x1	0,320	81,0	498	0,9	46	-	0	544
33	3 617,13	311,0	2,35	22x1	0,280	63,9	121	0,9	35	-	0	157
32	2 861,97	246,1	1,90	22x1	0,220	41,8	98	0,9	22	-	0	120
31	2 106,81	181,2	6,15	22x1	0,160	24,0	46	6,1	78	-	0	124
30	1 351,66	116,2	9,61	22x1	0,100	8,8	54	7,4	37	-	0	91
29	869,66	74,8	23,79	22x1	0,070	3,3	32	13,9	34	-	0	66
28	618,21	53,2	0,76	18x1	0,070	5,2	124	1,1	3	-	0	126
27	366,77	31,5	7,50	15x1	0,070	7,9	6	6,3	15	-	0	21
26	173,25	14,9	8,51	12x1	0,050	9,6	72	5,0	6	-	0	78
25	173,25	14,9	0,40	12x1	0,050	9,6	82	10,6	13	VKV (2)	495	590

Tabulka 11.1 Dimenzování a hydraulické seřízení 1. otopné větve

Celkový dispoziční tlak musí být pro každé otopné těleso přibližně stejný. Například pro otopné těleso v místnosti 1.02 bude dispoziční tlak roven 18 954 + 4 526 + 3 068 + 18 479 = 45 027 [Pa], což je vyhovující při srovnání s dispozičním tlakem zvoleného základního okruhu.

11.1.1.2 Návrh směšovací armatury

Směšovací armatury jsou navrženy na větvích pro vytápění (větev 1 a větev 3). Předpokládá se, že potřeba tepelného výkonu na těchto větvích bude v průběhu provozu menší než na větví pro vzduchotechniku (větev 2).

Vstupní údaje pro návrh:

- Průtok: $m = 700,7 \text{ [kg} \cdot \text{h}^{-1}] = 0,7007 \text{ [m}^3 \cdot \text{h}^{-1}]$
- Dispoziční tlak za směšovací armaturou: $\Delta p_{\text{dis}} = 28\,425 \text{ [Pa]}$
- Navržená autorita $a = 40 \text{ [%]}$
- Požadovaná ztráta ventilu: $\Delta p_{\text{ventil}} = 0,40 \cdot 28\,425 = 11\,370 \text{ [Pa]}$

Výpočet průtokového součinitele:

$$k_v = \frac{m}{(\Delta p_{\text{ventil}})^{\frac{1}{2}}} = \frac{0,7007}{(11\,370 \cdot 10^{-5})^{\frac{1}{2}}} = 2,07 \text{ [m}^3 \text{h}^{-1}] \quad (1.49)$$

Návrh: Směšovací ventil ESBE VRG 131 15-1.63

Mosazná armatura s ochranou proti vyluhování zinku s akčním spínacím rozsahem maximálně 90° , $k_{vs} = 1,63 \text{ [m}^3 \text{h}^{-1}]$. Na tuto armaturu bude osazen servopohon řady ARA600.[38]



Obrázek 11.2 Směšovací ventil ESBE VRG 131 15-1.63 [38]

TECHNICKÁ DATA	
Tlaková třída	PN 10
Max. statický tlak	1 Mpa (10 bar)
Teploty média	max. trvalá 110°C max. dočasná 130°C min. -10°C
Ovládací síla (při nominálním tlaku)	6 Nm
Netěsnost v %	0,05
Pracovní tlak	1 Mpa (10 bar)
Max. rozdíl tlakové ztráty	směšování 100 kPa rozdělování 200 kPa
Připojení	vnitřní závit, ISO 7/1 vnější závit, ISO 228/1
Materiál	
Tělo ventilu a šoupátko	mosaz DZR
Osa a průchodka	kompozit PPS
O kroužky	EPDM

Obrázek 11.3 Technické data ventilu ESBE VRG 131 15-1.63 [38]

Skutečná tlaková ztráta ventilu:

$$\Delta p_{\text{ventil},H100} = \left(\frac{m}{k_v}\right)^2 = \left(\frac{0,7007}{1,63}\right)^2 = 0,18479 \text{ [bar]} = 18\,479 \text{ [Pa]} \quad (1.50)$$

Kontrola autority:

$$a = \frac{\Delta p_{\text{ventil},H100}}{\Delta p_{\text{dis}}} = \frac{18\,479}{28\,425} = 0,65 \geq 0,3 \text{ VYHOVÍ} \quad (1.51)$$

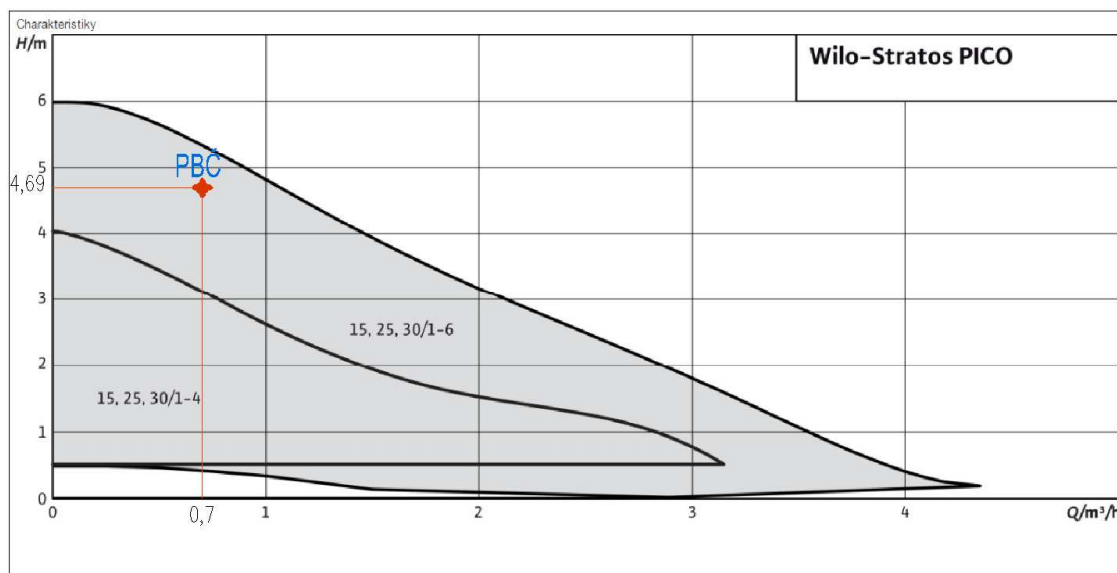
11.1.1.3 Návrh oběhového čerpadla

Vstupní údaje pro návrh:

- Průtok: $m = 700,7 \text{ [kg} \cdot \text{h}^{-1}] = 0,7007 \text{ [m}^3 \cdot \text{h}^{-1}]$
- Potřebný tlak čerpadla: $P_{\epsilon} = 46\,904 \text{ [Pa]} = 4,69 \text{ [m]}$

Návrh: **WILO-Stratos PICO 15/1-6**

Mokroběžné oběhové čerpadlo s plynulou elektronickou regulací výkonu v závislosti na provozním režimu. Teplota čerpaného média od +2 [°C] do +110 [°C], maximální provozní tlak 10 [bar], připojení na síť 230 [V] a 50 [Hz], index energetické účinnosti $EEI \leq 0,20$, připojení na závit Rp 1/2, Rp 1 a Rp 1 1/4. Čerpadlo dále umožňuje: automatický útlumový režim, funkci automatického odvětrávání, zobrazení aktuálního příkonu ve [W], zobrazení aktuálního průtoku v [kW], zobrazení poruchových chyb, nastavení automatického spouštěcího provozu a další základní funkce. Čerpadlo je vybaveno tepelně izolačním obalem. Čerpadlo má dostatečnou rezervu pro překonání tlakové ztráty potrubí před rozdělovačem a sběračem. [39]



Obrázek 11.4 Výkonová charakteristika oběhového čerpadla Wilo-Stratos PICO (PBC je pracovní bod čerpadla) [39]



Obrázek 11.5 Oběhové čerpadlo Wilo-Stratos PICO [39]

11.1.2



Obrázek 11.6 Pracovní schéma pro dimenzování potrubí a hydraulické seřízení soustavy – větev 2

11.1.2.1 Návrh vyvažovacích a regulačních armatur

Pro tuto funkci bude sloužit jedna kombinovaná armatura zajišťující ruční hydronické vyvážení a regulaci průtoku výměníku. Jedná se o vyvažovací a dvoucestný regulační ventil D 9525. Sdružená armatura uspoří místo i investiční náklady, umožní plynule přednastavit potřebnou hodnotu průtoku. Na armaturu bude osazen termoelektrický pohon zajišťující regulaci výměníku ve vzduchotechnické jednotce změnou průtoku. [40]



Obrázek 11.7 Ruční vyvažovací a dvoucestný regulační ventil HYDRONIC D 9525 [40]

Technický popis

Oblast použití:

Rozvody tepla a chladu - regulace výkonu spotřebiče

Funkce:

- přednastavení max. pracovní Kv hodnoty
- uzavírání
- měření průtoku, tlaku a teploty protékajícího média
- po osazení ovládacího pohonu regulace výkonu spotřebiče změnou průtoku.

Jmenovitý tlak:	PN 20
Max. diferenční tlak: *)	200 kPa / DN 15 100 kPa / DN 20–25
Max. pracovní teplota:	120 °C / PN 10 80 °C / PN 20
Min. pracovní teplota:	-10 °C

Médium:

Voda nebo neutrální roztoky, směsi voda-glykol.
Jiné médium na dotaz.

Materiál:

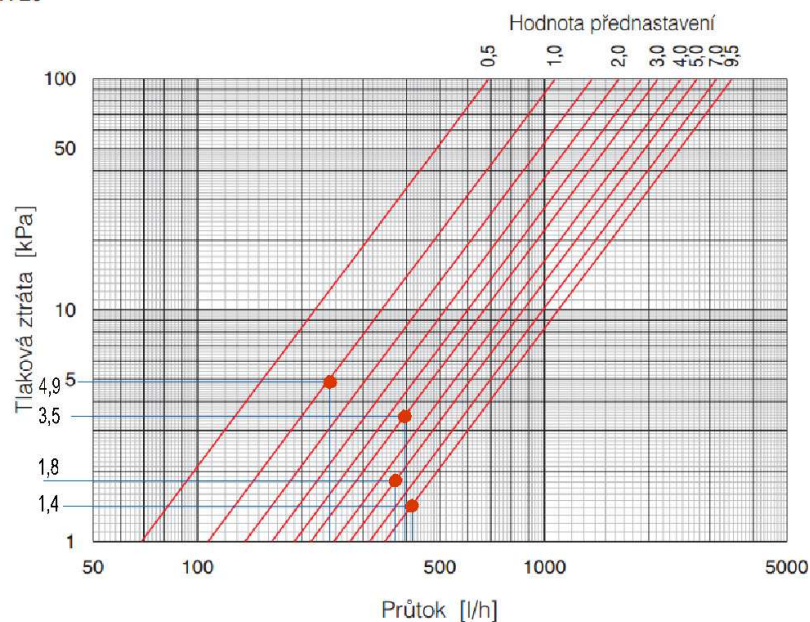
tělo:	mosaz EN12165-CW602N
kuželka:	mosaz EN12164-CW602N
bonnet:	mosaz EN12164-CW602N
O-kroužky:	EPDM
měřicí vsuvky:	mosaz EN-CW602N + EPDM

Značení:

směr průtoku, DN, PN

Obrázek 11.8 Technické údaje navržené armatury D 9525 [40]

DN 20



Obrázek 11.9 Charakteristika tlakových ztrát armatury D 9525 [40]

11.1.2.2 Dimenzování potrubí a hydraulické seřízení

Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	M [kg/min]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	$\Sigma \xi$ [-]	Z [Pa]	Δp_{rv} [Pa]	R.l+Z+ Δp_{rv} [Pa]	Δp_{dis} [Pa]
Dimenzování základního okruhu (k nejvýše možnému VZT jednotce - ZÓNA 2)													
1	4 850	417,0	7,0	11,86	28x1,5	0,240	36,7	435	19,9	573	DN20-VRV (9,5)	1400	2 408
Tlaková ztráta výměníku												1000	3 408
Kontrola aturority ventilu: $a = \Delta p_{rv} / (R.l+Z) = 69,7$ [%] $\geq 30,0$ [%] VYHOVÍ													
2	9 215	792,3	13,2	30,41	35x1,5	0,280	35,2	1070	29,8	1168	-	0	2 239
3	13 851	1191,0	19,8	6,26	35x1,5	0,420	72,6	455	3,0	265	-	0	719
4	16 723	1437,9	24,0	1,10	35x1,5	0,500	99,4	109	14,9	1863	-	0	1 972
R+S	16 723	1437,9	24,0	1,50	35x1,5	0,500	99,4	149	12,6	1575	-	0	1 724
Celkový tlak pro návrh čerpadla =												10062	10 062
Dimenzování ostatních úseků													
5	4 365,00	375,3	6,3	8,09	28x1,5	0,210	29,0	235	17,9	395	Výměník	1000	1 629
6	4 636,00	398,6	6,6	9,41	28x1,5	0,230	34,0	320	20,4	540	Výměník	1000	1 860
7	2 872,00	246,9	4,1	3,56	22x1	0,350	114,2	406	15,3	937	Výměník	1000	2 343

Zaregulování vyvažovacího ventilu pro VZT jednotku ZÓNA 1 (m = 398,6 [kg/h])									
Seřízení k větvi 2, Δp_{dis} =	5646,901 [Pa]	odečtení tlakové ztráty z části: 6					$\Delta p_{dis}'$ =	1 860 [Pa]	
Potřebná tlaková ztráta tělesa: $\Delta p_{rv} = \Delta p_{dis} - \Delta p_{dis}'$ =	5646,901	-	1860	=	3787 [Pa]				
Návrh přednastavení:	m =	398,6 [kg/h],	Δp_{rv} =	3500 [Pa]	=>	DN20-VRV (3,0) dle diagramu			
Kontrola aturority ventilu: $a = \Delta p_{rv} / (R.l+Z)$ =	53,1 [%]	\geq	30,0 [%]	VYHOVÍ					
Zaregulování vyvažovacího ventilu pro VZT jednotku ZÓNA 3 (m = 375,3 [kg/h])									
Seřízení k větvi 1, Δp_{dis} =	3408,309 [Pa]	odečtení tlakové ztráty z části: 5					$\Delta p_{dis}'$ =	1 629 [Pa]	
Potřebná tlaková ztráta tělesa: $\Delta p_{rv} = \Delta p_{dis} - \Delta p_{dis}'$ =	3408,309	-	1629	=	1779 [Pa]				
Návrh přednastavení:	m =	375,3 [kg/h],	Δp_{rv} =	1800 [Pa]	=>	DN20-VRV (5) dle diagramu			
Kontrola aturority ventilu: $a = \Delta p_{rv} / (R.l+Z)$ =	90,5 [%]	\geq	30,0 [%]	VYHOVÍ					
Zaregulování vyvažovacího ventilu pro VZT jednotku ZÓNA 4 (m = 246,9 [kg/h])									
Seřízení k větvi 3, Δp_{dis} =	6366,049 [Pa]	odečtení tlakové ztráty z části: 7					$\Delta p_{dis}'$ =	2 343 [Pa]	
Potřebná tlaková ztráta tělesa: $\Delta p_{rv} = \Delta p_{dis} - \Delta p_{dis}'$ =	6366,049	-	2343	=	4023 [Pa]				
Návrh přednastavení:	m =	246,9 [kg/h],	Δp_{rv} =	4900 [Pa]	=>	DN20-VRV (1) dle diagramu			
Kontrola aturority ventilu: $a = \Delta p_{rv} / (R.l+Z)$ =	47,8 [%]	\geq	30,0 [%]	VYHOVÍ					

Tabulka 11.2 Dimenzování a hydraulické seřízení 2. otopné větve

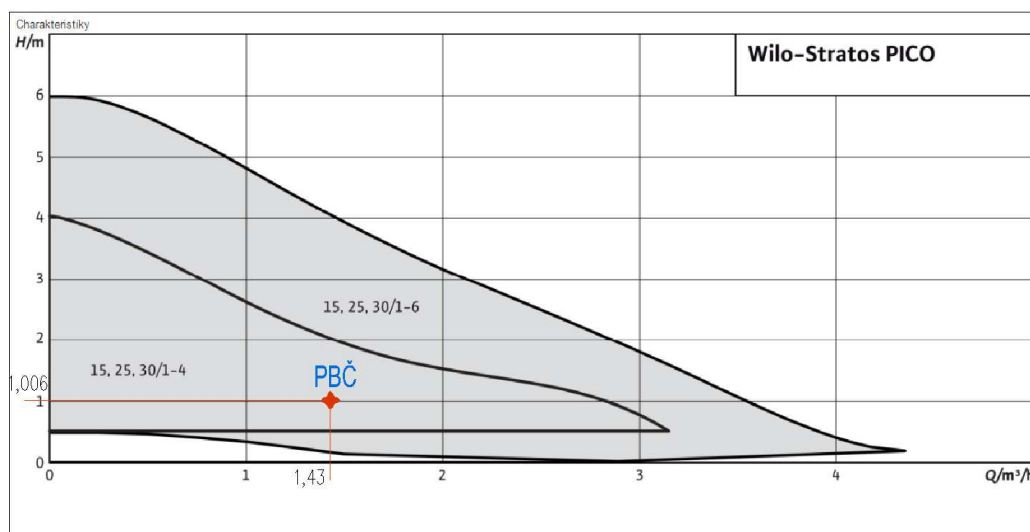
11.1.2.3 Návrh oběhového čerpadla

Vstupní údaje pro návrh:

- Průtok: $m = 1438 \text{ [kg} \cdot \text{h}^{-1}] = 23,97 \text{ [l} \cdot \text{min}^{-1}]$
- Potřebný tlak čerpadla: $P_{\epsilon} = 10\,062 \text{ [Pa]} = 1,062 \text{ [m]}$

Návrh: **WILO-Stratos PICO 30/1-4**

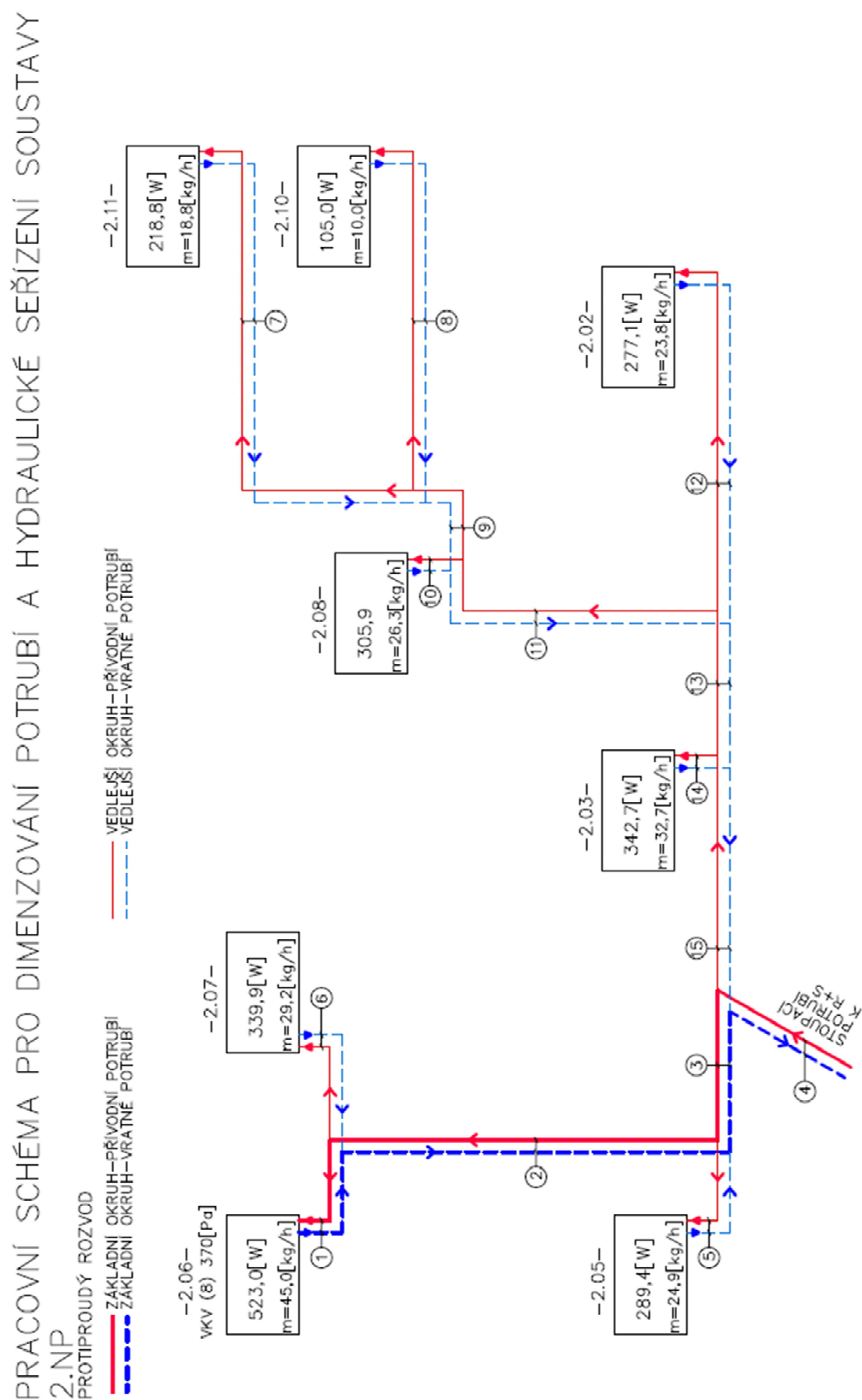
Čerpadlo má dostatečnou rezervu pro překonání tlakové ztráty potrubí před rozdělovačem a sběračem.



Obrázek 11.10 Výkonová charakteristika oběhového čerpadla Wilo-Stratos PICO (PBČ je pracovní bod čerpadla)
[39]

11.1.3

Větev číslo 3 – vytápění druhého nadzemního podlaží



Obrázek 11.11 Pracovní schéma pro dimenzování potrubí a hydraulické seřízení soustavy – větev 3

11.1.3.1 Dimenzování potrubí a hydraulické seřízení

Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	$\Sigma \xi$ [-]	Z [Pa]	Δp_{rv} [Pa]	R.l+Z+ Δp_{rv} [Pa]	Δp_{dis} [Pa]
Dimenzování základného (nejnepříznivějšího) okruhu - VĚTEV 3												
1	522,998	45,0	1,66	12x1	0,160	38,5	64	18,5	237	VKV(8)	370	671
2	862,847	74,2	15,84	15x1	0,160	35,9	569	7,1	91	-	0	660
3	1 152,199	99,1	2,17	15x1	0,210	67,4	146	4,5	99	-	0	245
4	2 401,594	206,5	5,00	15x1	0,440	247,3	1237	7,1	687	-	0	1 924
R+S	2 401,59	206,5	1,50	15x1	0,440	247,3	371	13,4	1297	-	0	1 668
Tlaková ztráta směšovacího ventilu ESBE VRG 131 15-1:											4264	
Tlaková ztráta vyvažovacího ventilu HYDRONIC D 9535:											2150	
Celkový tlak pro návrh čerpadla =											11582 [Pa]	
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	$\Sigma \xi$ [-]	Z [Pa]	Δp_{rv} [Pa]	R.l+Z+ Δp_{rv} [Pa]	Δp_{dis} [Pa]
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 2.05 - $Q_{ot} = 289,352$ [W]												
5	289,352	24,9	4,33	10x1	0,140	41,9	181	18,5	181	NÁVRH PŘENASTAVENÍ	363	363
Seřízení k větví 2, $\Delta p_{dis} =$ 1330,246 [Pa]												
Potřebná tlaková ztráta tělesa: $\Delta p_{rv} = \Delta p_{pdi} - \Delta p_{pdi}' =$ 1330,246 - 363 = 968 [Pa]												
Návrh přednastavení:					m=	24,9	[kg/h],	$\Delta p_{rv} =$	1250	[Pa]	=>	VKV (2) dle diagramu
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	$\Sigma \xi$ [-]	Z [Pa]	Δp_{rv} [Pa]	R.l+Z+ Δp_{rv} [Pa]	Δp_{dis} [Pa]
Dimenzování vedlejšího úseků k otopnému tělesu v místnosti 2.07 - $Q_{ot} = 339,849$ [W]												
6	339,849	29,2	4,08	10x1	0,160	47,8	195	18,5	237	NÁVRH PŘENASTAVENÍ	432	432
Seřízení k větví 1, $\Delta p_{dis} =$ 670,710 [Pa]												
Potřebná tlaková ztráta tělesa: $\Delta p_{rv} = \Delta p_{pdi} - \Delta p_{pdi}' =$ 670,71 - 432 = 239 [Pa]												
Návrh přednastavení:					m=	29,2	[kg/h],	$\Delta p_{rv} =$	190	[Pa]	=>	VKV (7) dle diagramu
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	$\Sigma \xi$ [-]	Z [Pa]	Δp_{rv} [Pa]		Δp_{dis} [Pa]
Dimenzování ostatního potrubí (mimo základní okruh) - VĚTEV 3												
7	218,82	18,8	8,74	10x1	0,100	29,9	261	22,0	110	-		371
8	104,96	9,0	5,48	8x1	0,090	47,8	262	18,5	75	-		337
9	323,78	27,8	11,80	12x1	0,100	19,1	225	4,1	21	-		246
10	305,86	26,3	1,47	10x1	0,150	44,8	66	15,9	179	-		245
11	629,64	54,1	10,43	15x1	0,110	12,9	135	7,4	45	-		179
12	277,10	23,8	17,10	10x1	0,130	38,9	665	28,9	244	-		909
13	906,74	78,0	4,00	15x1	0,160	35,4	142	1,5	19	-		161
14	342,65	29,5	1,13	10x1	0,160	47,8	54	15,9	204	-		258
15	1 249,40	107,4	3,05	15x1	0,240	83,1	253	2,9	84	-		337

Zaregulování otopného tělesa v místnosti 2.11- $Q_{ot} = 218,818$ [W], $m = 18,8$ [kg/h]						
Seřízení k větví 3, $\Delta p_{dis} =$	1575,729	[Pa]	odečtení tlakové ztráty z částí: 7 + 9 + 11 + 13 + 15		$\Delta p_{dis}' =$	1294 [Pa]
Potřebná tlaková ztráta tělesa: $\Delta p_{rv} = \Delta p_{di} - \Delta p_{dis}' =$	1575,729	-	1294	=	281	[Pa]
Návrh přednastavení:	$m =$	18,8	[kg/h], $\Delta p_{rv} =$	165	[Pa]	=> VKV (5) dle diagramu
Zaregulování otopného tělesa v místnosti 2.10- $Q_{ot} = 104,96$ [W], $m = 10$ [kg/h]						
Seřízení k větví 3, $\Delta p_{dis} =$	1575,729	[Pa]	odečtení tlakové ztráty z částí: 8 + 9 + 11 + 13 + 15		$\Delta p_{dis}' =$	1260 [Pa]
Potřebná tlaková ztráta tělesa: $\Delta p_{rv} = \Delta p_{di} - \Delta p_{dis}' =$	1575,729	-	1260	=	316	[Pa]
Návrh přednastavení:	$m =$	10,0	[kg/h], $\Delta p_{rv} =$	200	[Pa]	=> VKV (2) dle diagramu
Zaregulování otopného tělesa v místnosti 2.08 - $Q_{ot} = 339,849$ [W], $m = 29,2$ [kg/h]						
Seřízení k větví 3, $\Delta p_{dis} =$	1575,729	[Pa]	odečtení tlakové ztráty z částí: 10 + 11 + 13 + 15		$\Delta p_{dis}' =$	922 [Pa]
Potřebná tlaková ztráta tělesa: $\Delta p_{rv} = \Delta p_{di} - \Delta p_{dis}' =$	1575,729	-	922	=	654	[Pa]
Návrh přednastavení:	$m =$	26,3	[kg/h], $\Delta p_{rv} =$	640	[Pa]	=> VKV (3) dle diagramu
Zaregulování otopného tělesa v místnosti 2.02- $Q_{ot} = 277,099$ [W], $m = 23,8$ [kg/h]						
Seřízení k větví 3, $\Delta p_{dis} =$	1575,729	[Pa]	odečtení tlakové ztráty z částí: 12 + 13 + 15		$\Delta p_{dis}' =$	1407 [Pa]
Potřebná tlaková ztráta tělesa: $\Delta p_{rv} = \Delta p_{di} - \Delta p_{dis}' =$	1575,729	-	1407	=	169	[Pa]
Návrh přednastavení:	$m =$	23,8	[kg/h], $\Delta p_{rv} =$	160	[Pa]	=> VKV (6) dle diagramu
Zaregulování otopného tělesa v místnosti 2.03 - $Q_{ot} = 342,654$ [W], $m = 32,7$ [kg/h]						
Seřízení k větví 3, $\Delta p_{dis} =$	1575,729	[Pa]	odečtení tlakové ztráty z částí: 15 + 14		$\Delta p_{dis}' =$	337 [Pa]
Potřebná tlaková ztráta tělesa: $\Delta p_{rv} = \Delta p_{di} - \Delta p_{dis}' =$	1575,729	-	595	=	981	[Pa]
Návrh přednastavení:	$m =$	32,7	[kg/h], $\Delta p_{rv} =$	890	[Pa]	=> VKV (4) dle diagramu

Tabulka 11.3 Dimenzování a hydraulické seřízení 3. otopné větve

11.1.3.2 Návrh směšovací armatury

Směšovací armatury jsou navrženy na větvích pro vytápění (větev 1 a větev 3). Předpokládá se, že potřeba tepelného výkonu na těchto větvích bude v průběhu provozu menší než na větví pro vzduchotechniku (větev 2).

Vstupní údaje pro návrh:

- Průtok: $m = 206,5$ [kg·h⁻¹] = $0,2065$ [m³·h⁻¹]
- Dispoziční tlak za směšovací armaturou: $\Delta p_{dis} = 5168$ [Pa]
- Navržená autorita $a = 50$ [%]
- Požadovaná ztráta ventilu: $\Delta p_{ventil} = 0,50 \cdot 5168 = 2584$ [Pa]

Výpočet průtokového součinitele:

$$k_v = \frac{m}{(\Delta p_{ventil})^{\frac{1}{2}}} = \frac{0,2065}{(2584 \cdot 10^{-5})^{\frac{1}{2}}} = 1,29 \text{ [m}^3\text{h}^{-1}\text{]} \quad (1.52)$$

Návrh: **Směšovací ventil ESBE VRG 131 15-1.**

Mosazná armatura s ochranou proti vyluhování zinku s akčním spínacím rozsahem maximálně 90 °, $k_{vs} = 1,0$ [m³h⁻¹]. Na tuto armaturu bude osazen servopohon řady ARA600. [38] Přesný návrh pohonů provede specialista na MaR.

Skutečná tlaková ztráta ventilu:

$$\Delta p_{ventil,H100} = \left(\frac{m}{k_v}\right)^2 = \left(\frac{0,2065}{1,0}\right)^2 = 0,04264 \text{ [bar]} = 4264 \text{ [Pa]} \quad (1.53)$$

Kontrola autority:

$$a = \frac{\Delta p_{\text{ventil,H100}}}{\Delta p_{\text{dis}}} = \frac{4264}{5168} = 0,83 \geq 0,3 \text{ VYHOVÍ} \quad (1.54)$$

11.1.3.3 Návrh vyvažovacího ventilu

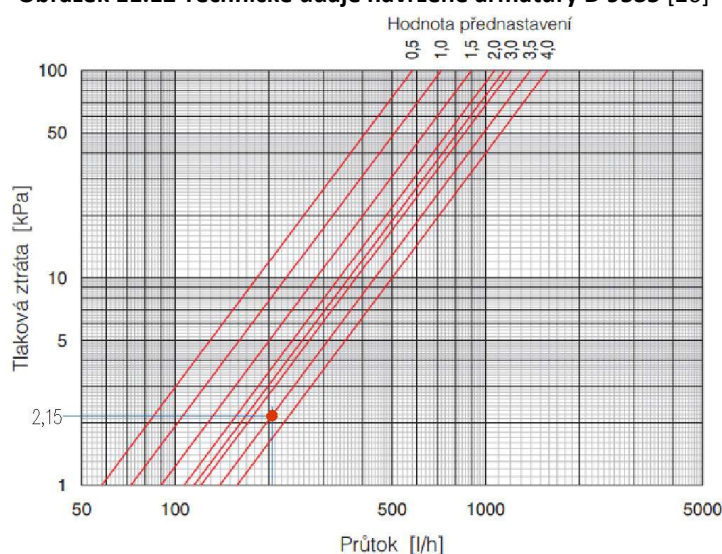
Jelikož je průtok a dispoziční tlak malý, osadí se na vratné potrubí vyvažovací ventil. Ten zvýší potřebný dispoziční tlak, což povede k posunutí pracovního bodu čerpadla do vhodnější polohy pracovní oblasti čerpadla.

Návrh: **Vyvažovací ventil HYDRONIC D 9535**

Ventil pro ruční hydraulické vyvážení potrubní sítě s funkcí přednastavení požadovaného průtoku, uzavírání, měření průtoku, teploty a tlaku protékajícího média (pro odečítání hodnot je zapotřebí měřicí zařízení).[26]

Jmenovitý tlak:	PN 20
Max. pracovní teplota:	120 °C / PN 10 80 °C / PN 20
Min. pracovní teplota:	-10 °C
Médium:	Voda nebo neutrální roztoky, směsi voda-glykol. Jiné médium na dotaz.
Materiál:	
tělo:	mosaz EN12165-CW602N
kuželka:	mosaz EN12164-CW602N
bonnet:	mosaz EN12164-CW602N
O-kroužky:	EPDM
měřicí vsuvky:	mosaz EN-CW602N + EPDM
Značení:	směr průtoku, DN, PN

Obrázek 11.12 Technické údaje navržené armatury D 9535 [26]



Obrázek 11.13 Charakteristika tlakových ztrát armatury D 9535 [41]

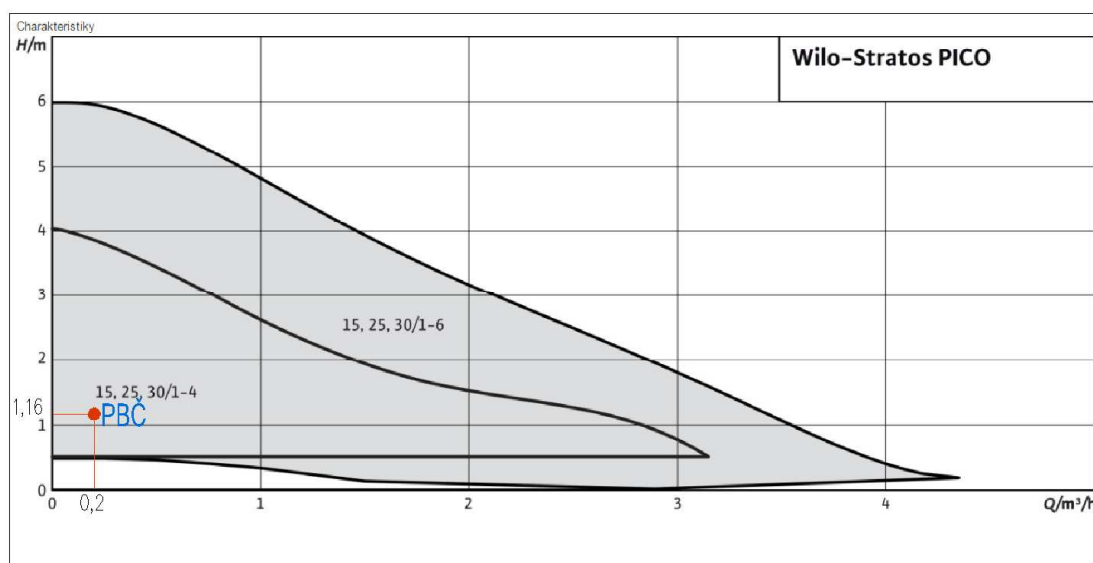
11.1.3.4 Návrh oběhového čerpadla

Vstupní údaje pro návrh:

- Průtok: $m = 206,5 \text{ [kg} \cdot \text{h}^{-1}] = 0,2065 \text{ [m}^3 \cdot \text{h}^{-1}]$
- Potřebný tlak čerpadla: $P_{\text{c}} = 11\,581 \text{ [Pa]} = 1,16 \text{ [m]}$

Návrh: **WILO-Stratos PICO 15/1-4**

Čerpadlo má dostatečnou rezervu pro překonání tlakové ztráty potrubí před rozdělovačem a sběračem.

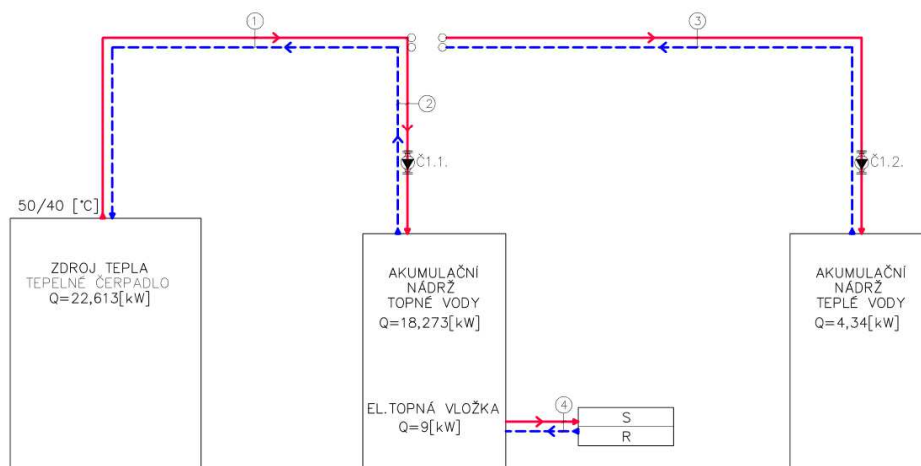


Obrázek 11.14 Výkonová charakteristika oběhového čerpadla Wilo-Stratos PICO (PBČ je pracovní bod čerpadla) [39]

11.1.4 Návrh potrubí v technické místnosti

PRACOVNÍ SCHÉMA PRO DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ A HYDRAULICKÉ SEŘÍZENÍ SOUSTAVY ROZVOD V TECHNICKÉ MÍSTNOSTI 1.04

PROTIPROUDÝ ROZVOD
 — PRÍVODNÍ POTRUBÍ
 - - - VRÁTNE POTRUBÍ
 Č1.1. ČERPADLO 1
 Č1.2. ČERPADLO 2

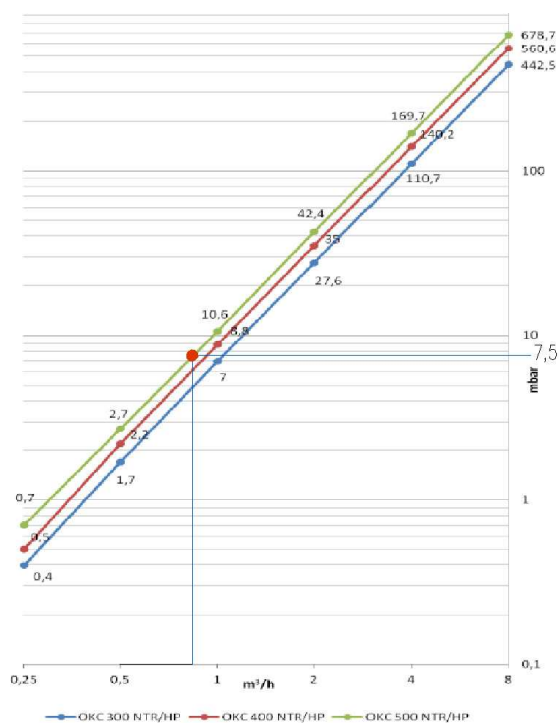


Obrázek 11.15 Pracovní schéma pro dimenzování potrubí v technické místnosti 1.04

Poznámka

Tlaková ztráta tepelného čerpadla uvažována 4 000 [Pa] dle výrobce obrázek č. 10.4.

Tlaková ztráta akumulční nádrže pro teplou vodu dle diagramu (7,5 [mbar]):



Obrázek 11.16 Tlaková ztráta akumulční nádrže pro teplou vodu Dražice OKC 500 NTR/HP [28]

Poznámka

Výrobce v projekčních podkladech neuvádí tlakovou ztrátu typu Dražice OKC 750NTR/HP. Pro výpočet byla použita hodnota pro typ Dražice OKC 500NTR/HP. Hodnota skutečné ztráty a ztráty uvažované se nebude významně lišit.

Dimenzování potrubí

Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [pa]	R.l.+Z+ Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
Okruh: tepelné čerpadlo - rozdělovač + sběrač												
1	22 613	1944,4	15,32	35x1,5	0,670	168,9	2588	21,5	4826		7 413	7413
2	18 273	1571,2	9,28	35x1,5	0,540	114,2	1060	16,1	2347		3 407	10820
Tlaková ztráta zdroje tepla - tepelné čerpadlo Alpha innoTec LW310 (L):										4000		14820
										Celkový tlak pro návrh čerpadla Č.1. =		14820 [Pa]
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [pa]	R.l.+Z+ Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
Okruh: Akumulační nádobá topné vody - rozdělovač + sběrač												
4	27 273	2345,1	11,44	42x1,5	0,550	92,2	1055	0,0	0		1 055	1055
Č.ú.	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	R l [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	Δp _{rv} [pa]	R.l.+Z+ Δp _{rv} [Pa]	Δp _{dis} [Pa]
Okruh: tepelné čerpadlo - akumulační nádrž teplé vody												
1	22 613	1944,4	15,32	35x1,5	0,670	168,9	2588	21,5	4826		7 413	7413
3	4 340	373,2	7,05	22x1	0,330	85,5	603	18,5	1007		1 610	1610
Tlaková ztráta zdroje tepla - tepelné čerpadlo Alpha innoTec LW310 (L):										4000		5610
Tlaková ztráta akumulační nádrže teplé vody (topný had):										7500		13110
										Celkový tlak pro návrh čerpadla Č.2. =		13110 [Pa]

Tabulka 11.4 Dimenzování potrubí v technické místnosti 1.04

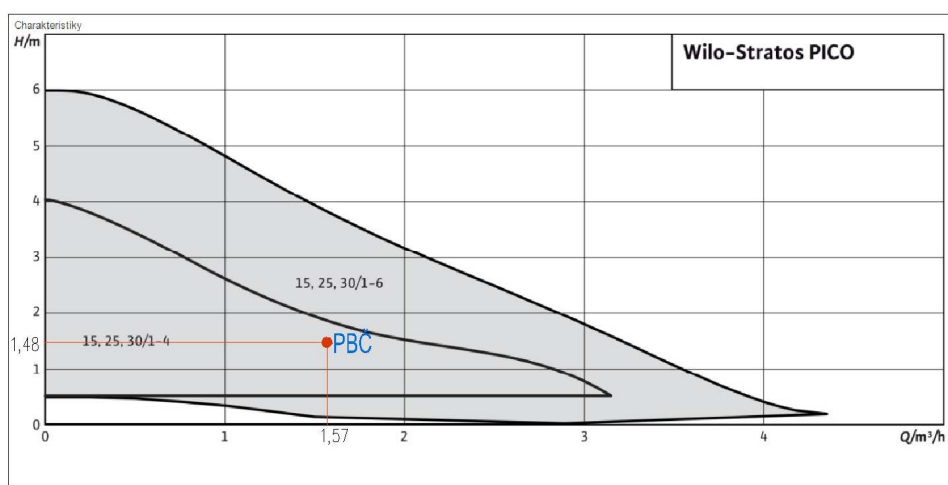
11.1.4.1 Návrh oběhových čerpadel

Čerpadlo č.1

Vstupní údaje pro návrh:

- Průtok: $m = 1\,571 \text{ [kg} \cdot \text{h}^{-1}] = 1,57 \text{ [m}^3 \cdot \text{h}^{-1}]$
- Potřebný tlak čerpadla: $P_{\text{c}} = 14\,820 \text{ [Pa]} = 1,48 \text{ [m]}$

Návrh: **WILO-Stratos PICO 30/1-4**



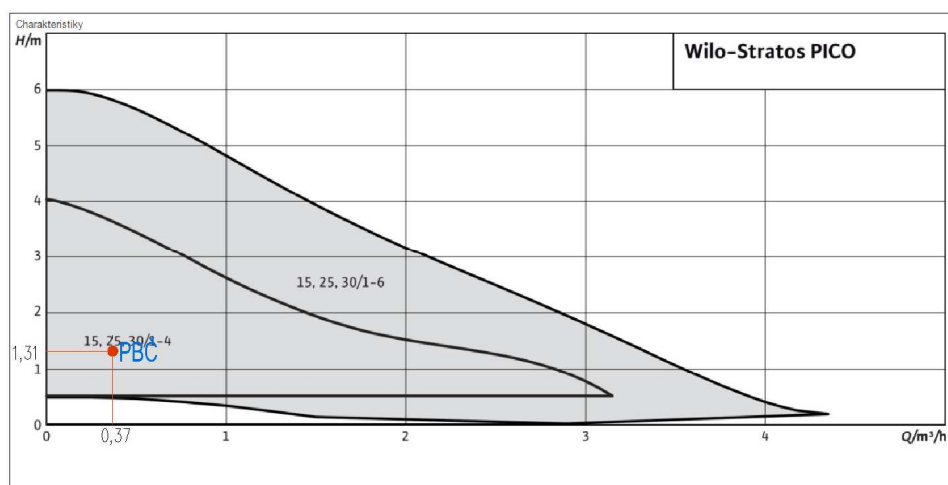
Obrázek 11.17 Výkonová charakteristika oběhového čerpadla Wilo-Stratos PICO (PBČ je pracovní bod čerpadla) [39]

Čerpadlo č.2

Vstupní údaje pro návrh:

- Průtok: $m = 373,2 \text{ [kg} \cdot \text{h}^{-1}] = 0,37 \text{ [m}^3 \cdot \text{h}^{-1}]$
- Potřebný tlak čerpadla: $P_{\text{c}} = 13\,110 \text{ [Pa]} = 1,31 \text{ [m]}$

Návrh: **WILO-Stratos PICO 15/1-4**



Obrázek 11.18 Výkonová charakteristika oběhového čerpadla Wilo-Stratos PICO (PBČ je pracovní bod čerpadla) [39]

11.2 Návrh zabezpečovacích a expanzních zařízení

Pro vyrovnávání změn objemu topné vody, které vznikají vlivem vychýlení její teploty, a pro udržení požadovaného přetlaku v otopné soustavě bude navržena tlaková expanzní nádoba. Proti překročení maximálního dovoleného přetlaku budou navrženy pojistné ventily, které automaticky odvedou svým otevřením topnou vodu z chráněného zařízení. Pojistné ventily budou instalované u zdroje tepla – tepelné čerpadlo, u akumulární nádrže pro topnou vodu – dohřev elektrickou topnou vložkou. V blízkosti pojistného ventilu bude také osazen manometr. Pojistné ventily musí být také pro ochranu zásobníku teplé vody na přívodu studené vody a výstupu teplé vody. Jejich přesnější návrh zajistí specialista na ZTI. Celý návrh zabezpečovacích zařízení byl proveden dle ČSN 06 0830. [42]

Prvek	Nejvyšší přetlak [MPa]	Objem vody [m ³]
Otopná tělesa	1	0,080
Potrubí	6	0,830
Vyvažovací ventil	2	-
Směšovací ventil	1	-
Dvoucestný regulační ventil	1	-
Akumulační nádoba topné vody	1	0,750
Akumulační nádoba teplé vody	0,6	2,000
Tepelné čerpadlo	-	-

Tabulka 11.5 Přehled prvků v otopné soustavě z hlediska návrhu zabezpečovacích zařízení

Poznámka

Výrobce tepelného čerpadla v projekčních podkladech neuvádí tlakové omezení pro provoz zařízení. Pro další výpočty návrhu zabezpečovacích zařízení je uvažováno s hodnotou nejmenšího maximálního konstrukčního přetlaku 300 [kPa] a nejnižšího konstrukčního přetlaku 80 [kPa] z bezpečnostních důvodů.

Další vstupní údaje:

- Maximální teplota otopné vody: $t_{w1,max} = 50$ [°C]
- Hustota vody při $t_{w1,max}$: $\rho = 988,040$ [kgm⁻³]
- Součinitel zvětšení objemu: $n = 0,01169$
- Výška otopné soustavy: $h_{os} = 3,3$ [m]
- Celkový objem vody v otopné soustavě $V_{os} = 3,66$ [m³]
- Nejmenší nejvyšší dovolený konstrukční přetlak $p_k = 600$ [kPa]
- Nejnížší dovolený konstrukční přetlak $p_d = 80$ [kPa]
- Výška manometrické roviny $h_{mr} = 1,5$ [m]

11.2.1 Návrh pojistných ventilů

Maximální dovolený přetlak vztažený k manometrické rovině:

$$p_{h,dov} = p_k - (h_{mr} \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3}) \text{ [kPa]} \quad (1.55)$$

Nejnižší dovolený provozní přetlak:

$$p_{d,dov} = 1,1 \cdot (h_{os} \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3}) + \Delta p_z \text{ [kPa]} \quad (1.56)$$

Nejnižší provozní přetlak:

$$p_d \geq p_{ddov} \quad (1.57)$$

Průřez sedla pojistného ventilu:

$$S_o = \frac{Q}{a_v \cdot K} = [mm^2] \quad (1.58)$$

Ideální průměr sedla pojistného ventilu:

$$d_i = 2 \cdot \left(\frac{A_o}{\pi} \right)^{\frac{1}{2}} = [mm] \quad (1.59)$$

Průměr sedla skutečného ventilu:

$$d_o = a \cdot d_i = [mm] \quad (1.60)$$

Vnitřní průměr pojistného potrubí

$$d_p = 15 + 1,4 \cdot Q_p^{0,5} = [mm] \quad (1.61)$$

Pojistný ventil u tepelného čerpadla

- Jmenovitý výkon: $Q_p = 22,613 \text{ [kW]}$
- Výtokový součinitel pojistného ventilu $a_v = 0,565 \text{ [-]}$ (dle výrobce)
- Součinitel zvětšení sedla $a = 1,34$

Nejmenší maximální konstrukční přetlak $P_k =$		300 [kPa]
Maximální dovolený přetlak = otevírací přetlak		
vztažený k manometrické rovině	$p_{hdov} = p_{ot} =$	285,5 [kPa]
NÁVRH:	$p_{hdov} = p_{ot} =$	250,0 [kPa]
Konstanta tlaku syté páry	$K =$	1,12 [kW/mm ²]
Nejnižší dovolený přetlak		$p_{ddov} \geq$ 35,2 [kPa]
Nejnižší provozní přetlak $p_d \geq p_{ddov}$,	NÁVRH: $p_d =$	80,0 [kPa]
Průřez sedla pojistného ventilu	$S_o =$	35,7 [mm ²]
Ideální průměr sedla pojistného ventilu	$d_i =$	6,75 [mm]
Průměr sedla skutečného ventilu	$d_o =$	9,04 [mm]
Vnitřní průměr pojistného potrubí	$d_p =$	21,66 [mm]
NÁVRH: Pojistné potrubí		DN 20

Tabulka 11.6 Návrh pojistného ventilu u tepelného čerpadla

Návrh: **MEIBES Duco 3/4" × 3/4"** – DN 20, otevírací přetlak 250 [kPa] (při návrhu rozhoduje vstupní pojistné potrubí)

Pojistný ventil u akumulční nádoby topné vody

- Jmenovitý výkon (eklektická topná vložka): $Q_p = 9,00$ [kW]
- Výtokový součinitel pojistného ventilu $a_v = 0,444$ [-] (dle výrobce)
- Součinitel zvětšení sedla $a = 1,58$

Nejmenší maximální konstrukční přetlak $P_k =$	300 [kPa]
Maximální dovolený přetlak = otevírací přetlak	
vztažený k manometrické rovině $p_{hdov} = p_{ot} =$	285,5 [kPa]
NÁVRH: $p_{hdov} = p_{ot} =$	250,0 [kPa]
Konstanta tlaku syté páry $K =$	1,12 [kW/mm ²]
Nejnižší dovolený přetlak $p_{ddov} \geq$	35,2 [kPa]
Nejnižší provozní přetlak $p_d \geq p_{ddov}$, NÁVRH: $p_d =$	50,0 [kPa]
Průřez sedla pojistného ventilu $S_o =$	18,1 [mm ²]
Ideální průměr sedla pojistného ventilu $d_i =$	4,80 [mm]
Průměr sedla skutečného ventilu $d_o =$	7,58 [mm]
Vnitřní průměr pojistného potrubí $d_p =$	19,20 [mm]
NÁVRH: Pojistné potrubí	DN 15

Tabulka 11.7 Návrh pojistného ventilu u akumulční nádrže topné vody s elektrickou topnou vložkou

Návrh: **MEIBES Duco 1/2" × 1,2"** – DN 15, otevírací přetlak 250 [kPa] (při návrhu rozhoduje vstupní pojistné potrubí)

Pojistný ventil u akumulční nádrže pro teplou vodu

- Jmenovitý výkon: $Q_p = 9$ [kW]
- Objem ohřivače $V_p = 750$ [l]

Dle ČSN 06 0830 [42] je pro zařízení nutné použití pojistných ventilů na potrubí pro přívod studené vody, tak na odvádějící ohřátou teplou vodu – zařízení má větší objem než 200 [l] a umožňuje eklektický ohřev (ohřev elektrickou topnou vložkou jako opatření proti výskytu Legionelly).

Na straně přívodu studené vody:

Jmenovité průměry (světlosti) pojistného ventilu DN	Objem ohřivače l
15	do 250
20	do 1 000
25	do 4 000
32	do 8 000
40	do 10 000

Tabulka 11.8 Stanovení jmenovitého průměru pojistného ventilu na přívodu studené vody k ohřivači [42]

Návrh: Návrh: **MEIBES Duco 3/4" × 3/4"** – DN 20

Na straně výstupu teplé vody:

Jmenovitý průměr DN	15	20	25	32	40
Jmenovitý výkon kW	10	25	50	75	100

Tabulka 11.9 Stanovení jmenovitého průměru pojistného ventilu na výstupu teplé vody k ohřivači [42]

Návrh: MEIBES Duco 1/2" × 1,2" – DN 15

Označení Typ DUCO	Jmenovitá světlost DN [mm]	Nejmenší průtočný průřez [mm²]	Zaručený výtokový součinitel $\alpha_v [-]$	Otevírací tlak p_o [kPa] Při p_s do 300 kPa tolerance $\pm 10\%$ Při p_s nad 300 kPa tolerance ± 30 kPa
Pro topení:				
1/2" × 1/2"	15	113	0,444	200; 250; 300
3/4" × 3/4"	20	176	0,565	200; 250; 300
1/2" × 3/4"	15	113	0,444	150; 180; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550
3/4" × 1"	20	176	0,565	100; 150; 180; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550
1" × 1 1/4"	25	380	0,684	50; 100; 150; 180; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550
1 1/4" × 1 1/2"	32	804	0,693	100; 150; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550
1 1/2" × 2"	40	1017	0,549	50; 100; 150; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550
2" × 2 1/2"	50	1589	0,576	50; 100; 150; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550
1/2" × 3/4" M	15	113	0,444	250
Pro systémy TV: lze použít i pro topení pokud PN instalovaných zařízení není menší než PN 6				
1/2" × 1/2"	15	113	0,444	600; 800
3/4" × 3/4"	20	176	0,565	600; 800
1/2" × 3/4"	15	113	0,444	600; 700; 800; 900; 1000
3/4" × 1"	20	176	0,565	600; 700; 800; 900; 1000
1" × 1 1/4"	25	380	0,684	600; 700; 800; 900; 1000
1 1/4" × 1 1/2"	32	804	0,693	600; 700; 800; 900; 1000
1 1/2" × 2"	40	1017	0,549	600; 700; 800; 900; 1000
2" × 2 1/2"	50	1589	0,576	600; 700; 800; 900; 1000
Pro zásobníky TV				
1/2" EB	15			600; 800; 1000
1" EB	20			600; 800

Obrázek 11.19 Návrh pojistných ventilů MEIBES Duco [41], červená - pojistný ventil pro akumulční nádobu topné vody, modrá - pojistný ventil pro tepelné čerpadlo, oranžová - pojistný ventil pro akumulční nádobu teplé vody na výstupu teplé vody, zelená - pojistný ventil pro akumulční nádobu teplé vody na vstupu studené vody

11.2.2 Návrh expanzní nádoby:

Expanzní objem:

$$V_e = 1,3 \cdot V_{os} \cdot n \quad [m^3] \quad (1.62)$$

Předběžný objem expanzní nádoby:

$$V_{cp} = V_e \cdot \frac{p_{h,dov} + 100}{p_{hdov} - p_d} \quad [m^3] \quad (1.63)$$

Vnitřní průměr expanzního potrubí:

$$d_{p,en} = 10 + 0,6 \cdot Q_p^{0,5} \quad [mm] \quad (1.64)$$

Expanzní objem	$V_e =$	0,056 [m ³]
Předběžný objem EN	$V_{cp} =$	0,115 [m ³]
Vnitřní průměr expanzivního potrubí $d_{p,en}$		12,853 [mm]
NÁVRH:	V=	140 [l]
	DN	15

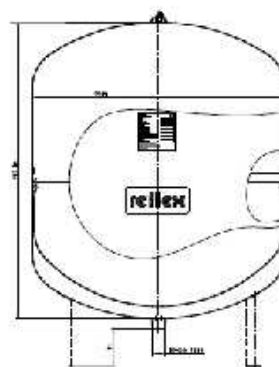
Tabulka 11.10 Návrh expanzní nádoby

Návrh: expanzní nádoba **REFLEX Refix DC 140/10** – expanzní tlaková nádoba o objemu 140 [l]

Refix DC

Základní technické údaje

Provedení:
Max. provozní tlak: 10 barů
Objem: 50-600 litrů
Teplota na membránu: do 70 °C
Pro užitkovou vodu



Výrobní řada - 10 barů

Označení	Objednací číslo	Průměr (mm)	Výška (mm)	Připojení	Výkres
DC 50/10	7309600	409	605	R 1	Ukázat (PDF 49,5 kB)
DC 80/10	7309700	480	665	R 1	Ukázat (PDF 47,4 kB)
DC 100/10	7309800	480	770	R 1	Ukázat (PDF 47,3 kB)
DC 140/10	7309900	480	1015	R 1	Ukázat (PDF 53,8 kB)
DC 200/10	7363500	634	885	R 1	Ukázat (PDF 44,7 kB)
DC 300/10	7363600	634	1185	R 1	Ukázat (PDF 43,3 kB)
DC 400/10	7363700	740	1175	R 1	Ukázat (PDF 42,6 kB)
DC 500/10	7363800	740	1390	R 1	Ukázat (PDF 43,4 kB)
DC 600/10	7363900	740	1630	R 1	Ukázat (PDF 41,5 kB)

Obrázek 11.20 Technické parametry expanzní nádoby REFLEX Refix DC [25]

11.3 Izolace potrubí

Dle vyhlášky č. 193/2007 [45] je nutno opatřit potrubní rozvody tepelnou izolací s tepelnou vodivostí menší nebo rovno 0,040 [Wm⁻¹K⁻¹] (pro vnitřní rozvody uváděno pro 0 [°C]). Zároveň skutečný součinitel prostupu tepla potrubí s izolací musí být menší nebo roven tzv. "Určujícimu součiniteli tepelné vodivosti". Ten je definován na základě DN izolovaného potrubí.

Skutečný součinitel prostupu tepla vztažený na jednotku délky (zjednodušeným výpočtem se zanedbáním tepelného odporu při přestupu tepla mezi médiem a stěnou trubky):

$$U_o = \frac{\pi}{\frac{1}{2\lambda_t} \cdot \ln \frac{D}{d} + \frac{1}{2\lambda_{iz}} \cdot \ln \frac{D}{d} + \frac{1}{\alpha_e \cdot D}} \quad [\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}] \quad (1.65)$$

α_e je součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu [Wm⁻²K⁻¹]

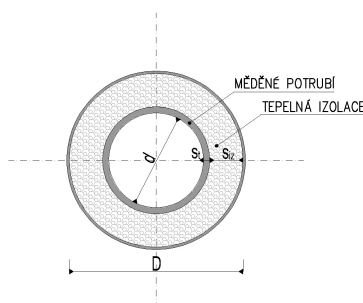
d je vnitřní průměr trubky [m]

D je vnější průměr trubky [m]

s_t je tloušťka stěny potrubí [m]

λ_t je součinitel tepelné vodivosti potrubí [Wm⁻¹K⁻¹]

λ_{iz} je součinitel tepelné vodivosti izolace potrubí [Wm⁻¹K⁻¹]



Obrázek 11.21 Zaizolované potrubí

Návrh: **tepelná izolace KAIFLEX EF**

Jedná se o velmi ohebnou pěnovou tepelnou izolaci pro rozvody topení se strukturou uzavřených buněk – elastomer. Dostupné tloušťky tepelné izolace: 6, 9, 13, 25 a 32 [mm]. [24]



Obrázek 11.22 Izolace KAIFLEX EF na měděném potrubí [24]

Obrázek 11.23 Návrh tloušťky tepelné izolace potrubí [24]

Rozměr potrubí	Tloušťka tepelné izolace S_{iz} [mm]	Součinitel tepelné vodivosti potrubí λ_t [$Wm^{-1}K^{-1}$]	Součinitel tepelné vodivosti izolace λ_{iz} [$Wm^{-1}K^{-1}$]	Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu α_e [$Wm^{-2}K^{-1}$]	Průměr potrubí d [m]	Průměr potrubí s izolací D [m]	Skutečný součinitel prostupu tepla [$Wm^{-2}K^{-1}$]	Určující součinitel prostupu tepla [$Wm^{-2}K^{-1}$]	Vyhodnocení
8 x 1	6	372	0,034	5	8	20	0,134	0,150	VYHOVÍ
10 x 1	9	372	0,034	5	10	28	0,141	0,150	VYHOVÍ
12 x 1	13	372	0,034	5	12	38	0,141	0,150	VYHOVÍ
15 x 1	19	372	0,034	5	15	53	0,141	0,150	VYHOVÍ
18 x 1	19	372	0,034	5	18	56	0,155	0,180	VYHOVÍ
22 x 1	19	372	0,034	5	22	60	0,174	0,180	VYHOVÍ
28 x 1,5	25	372	0,034	5	28	78	0,178	0,180	VYHOVÍ
35 x 1,5	25	372	0,034	5	35	85	0,204	0,270	VYHOVÍ
42 x 1,5	25	372	0,034	5	42	92	0,229	0,270	VYHOVÍ

Tabulka 11.11 Návrh tloušťky tepelné izolace potrubí

12 NÁVRH ZAŘÍZENÍ V TECHNICKÉ MÍSTNOSTI

12.1 Návrh kombinovaného rozdělovače a sběrače

Instalovaný tepelný výkon do rozdělovače a sběrače Q_{R+S} :

$$Q_{R+S} = Q_{V1} + Q_{V2} + Q_{V3} = 8,148 + 16,723 + 2,402 = 27,273 \text{ [kW]} \quad (1.66)$$

Q_{V1} je tepelný výkon na 1. větvi - k otopným tělesům v 1.NP [kW]

Q_{V2} je tepelný příkon na 2. větvi – ke vzduchotechnickým jednotkám pro všechny čtyři větrací zóny [kW]

Q_{V3} je tepelný příkon na 3. větvi – k otopným tělesům v 2.NP [kW]

Objemový průtok v rozdělovači a sběrači:

$$m_{R+S} = \frac{Q_{R+S}}{c \cdot \Delta t \cdot \rho} = \frac{27,273 \cdot 10^3}{4180 \cdot 10 \cdot 990} \cdot 3600 = 2,37 \text{ [m}^3\text{h}^{-1}\text{]} \quad (1.67)$$

c je měrná tepelná kapacita vody [$Jkg^{-1}s^{-1}$]

Δt je teplotní rozdíl přívodní a vratné větve [K]

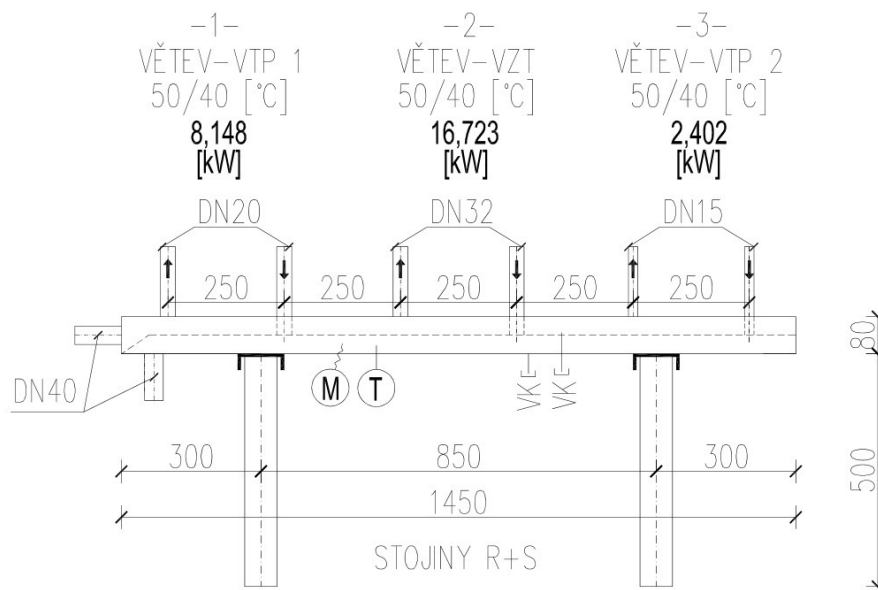
ρ je hustota vody při střední teplotě 45 [°C] v [kgm^{-3}]

Na základě vypočteného průtoku byl navržen kombinovaný rozdělovač a sběrač **RS KOMBI ETL Ekotherm modul 80** do maximálního průtoku 6 [m³h⁻¹] (výrobce tuto hodnotu uvádí pod označením Q_{\max}). Hodnota modulu vyjadřuje délku jedné strany čtverce obou komor rozdělovače a sběrače v [mm]. Maximální teplota topné vody je 110 [°C], rychlost proudění topné vody do 1,0 [ms⁻¹] a PN 0,6 [MPa].

Q_{\max} = [m ³ /hod]	6	10	15	23	42	65	95	130
do výkonu [kW] při $\Delta t=20$	120	250	350	550	1000	1500	2100	3000
MODUL	80	100	120	150	200	250	300	350
Průtok, průřez komor S_p (m ²)	0,0019	0,0028	0,0040	0,0070	0,0114	0,0176	0,0271	0,0380
Max. délka (m)	1,5	2,0	3,0					

Obrázek 12.1 Modulová řada kombinovaného rozdělovače a sběrače RS KOMBI ETL Ekotherm [23]

Kombinovaný rozdělovač a sběrač je výhodný v tom, že se oproti klasickému provedení jedná pouze o jedno těleso. Celkově tak klade menší prostorové požadavky. Další výhodou je, že rozdělující se větve jsou přehledné a nekříží se. Přívodní a vratné potrubí budou souběžně napojeny do oddělených komor RS KOMBI.[23] Skutečné rozměry navrženého rozdělovače a sběrače jsou uvedeny na obrázku č. 12.2.



Obrázek 12.2 Skutečné rozměry navrženého rozdělovače a sběrače

12.2 Návrh akumulční nádrže

Pro chod hlavního zdroje tepla – tepelného čerpadla bude využívána zvýhodněná dvou-tarifní sazba za dodávku elektrické energie. Ta se skládá z doby tzv. nízkého tarifu, kdy je elektrická energie levnější a z doby vysokého tarifu, kdy je naopak dražší. Návrh tedy vychází z předpokladu, že tepelné čerpadlo bude v chodu pouze v době nízkého tarifu. Dodavatel energie (společnost ČEZ a.s.) zaručuje platnost nízkého tarifu minimálně po dobu 22 hodin denně. Tuto dobu však může rozdělit až do sedmi úseků. Avšak souvislá délka vysokého tarifu může být maximálně

jednu hodinu. [21] Pro tento čas je potřeba využívat akumulovaného tepelného výkonu. Akumulační nádrž bude sloužit pro uložení tepelného výkonu, potřebného na pokrytí tepelných ztrát a dohřívání pro vzduchotechniku. Z hlediska tepelné pohody je nejdůležitější pokrýt tepelný výkon potřebný pro dohřívání vzduchotechniky. Pro pokrytí tepelných ztrát je výkon snížen na sedmdesát procent, protože se nepředpokládá, že by během jedné hodiny došlo k významnému poklesu teplot v místnosti vlivem dostupnosti menšího tepelného výkonu.

Tepelný výkon pro akumulační nádrž:

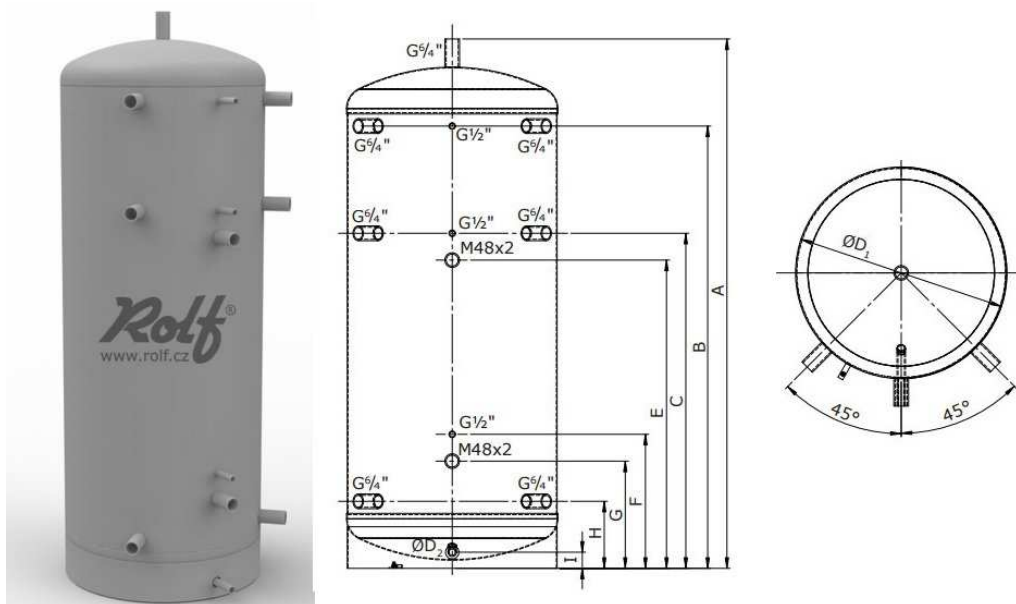
$$Q_{ZAS} = Q_{VZT} + 0,70 \cdot \Phi_{HL} = 16,723 + 0,70 \cdot 9,769 = 23,561 \text{ [kW]} \quad (1.68)$$

Potřebný objem akumulační nádrže:

$$V_{ZAS} = \frac{T \cdot Q_{ZAS}}{c \cdot \Delta t} \cdot 3600 = \frac{1 \cdot 23,561 \cdot 10^3}{4180 \cdot 10} \cdot 3600 = 2029,2 \text{ [l]} \quad (1.69)$$

τ je maximální doba, kdy bude tepelné čerpadlo vypnuto

Návrh: Akumulační nádrž Rolf FE AKU ST 2000, ocelová vyrovnávací akumulační nádrž pro topení včetně tepelné izolace. Nádrž je vyrobena z konstrukční oceli ČSN 11 321 a z vnější strany opatřena antikorozním nátěrem. Tepelná izolace je z polyuretanu ($\lambda=0,039 \text{ [Wm-1K-1]}$), vnější povrch izolace je tvořen PVC fólií v barvě RAL 9006. Nádrž má vstup pro elektrickou topnou vložku M48x2. Maximální 6 [bar] (což je 0,6 [MPa]), maximální provozní teplota 110 [°C]. [19]



Obrázek 12.3 Schéma a pohled na navrženou akumulační nádrž [19]

Objem (l)	200	300	400	500	750	800	900	1 000	1 200	1 500	2 000	3 000	4 000	5 000
A (mm)	1 260	1 760	1 665	1 915	1 725	1 820	1 975	2 225	2 050	2 450	2 155	2 270	2 400	2 900
B (mm)	985	1 485	1 370	1 620	1 395	1 490	1 645	1 895	1 690	2 090	1 725	1 915	1 985	2 485
C (mm)	715	1 015	1 000	1 200	995	1 045	1 245	1 495	1 220	1 620	1 200	1 255	1 325	1 685
E (mm)	615	915	900	1 100	895	945	1 145	1 395	1 120	1 520	1 100	1 155	1 225	1 585
F (mm)	415	415	450	450	495	495	495	495	520	520	650	500	570	570
G (mm)	315	315	350	350	395	395	395	395	420	420	550	400	470	470
H (mm)	185	185	220	220	245	245	245	245	290	290	325	265	335	335
I (mm)	50	50	60	60	60	60	60	60	60	60	70	70	120	120
ØD ₁ (mm)	500	500	600	600	790	790	790	790	950	950	1 200	1 400	1 600	1 600
ØD ₂	G½"	G½"	G¾"	G¾"	G¾"	G¾"	G¾"	G¾"	G¾"	G¾"	G¾"	G1"	G1"	G1"
Váha (kg)	45	55	67	74	108	112	120	132	178	200	260	419	502	580

Obrázek 12.4 Rozměry navržené akumulční nádrže [19]

12.3 Návrh automatického doplňování a změkčování vody

Systém je navržen proto, aby při nedostatku vody v otopné soustavě nedošlo k narušení správné funkce expanzního zařízení. To by mohlo vést ke špatné cirkulaci topné vody vlivem tvorby vzduchových bublin, kavitaci na oběhových čerpadlech a v nejhorším případě až k výpadku soustavy. Samotné zařízení bude doplňovat vodu přímo z rozvodu pitné vody (před doplňovacím zařízením bude osazen oddělovací člen, aby při změnách tlaku nedošlo k zpětnému proudění teplotnosného média do rozvodu pitné vody). Tlak před oddělovacím členem na rozvodu pitné vody musí být minimálně o 130 [kPa] vyšší než provozní tlak soustavy. Systém doplňování nebude potřebovat čerpadlo. Při poklesu tlaku v soustavě pod plnicí tlak (tlak v membránové tlakové expanzní nádobě) otevře regulační ventil a doplní vodu.

12.3.1 Automatické doplňování vody do otopné soustavy

Návrh: **REFLEX Fillcontrol**

Doplňovací zařízení včetně oddělovacího členu.

Fillcontrol

Kompaktní řešení pro malé soustavy s membránovou tlakovou expanzní nádobou. Obsahuje systémový oddělovač podle DIN EN 1717, řízení funguje zcela nezávisle na základě údajů od integrovaného tlakového senzoru.

Charakteristická hodnota průtoku: 0,4 m³/h
Dovol. provozní teplota: 70 °C
Dovol. provozní přetlak: 10 bar
Minimální vstupní tlak: ≥ 1,3 bar



Obrázek 12.5 Technické parametry Reflex Fillcontrol [20]

12.3.2 Návrh změkčovače vody

Návrh: REFLEX Fillsoft II

Změkčovací zařízení se dvěma změkčovacími patronami.



Dovol. provozní přetlak:	8 bar
Dovol. provozní teplota:	40 °C
Změkčovací kapacita Fillsoft I II:	6.000 12.000 °dH
Objemový průtok změkčené vody:	≤ 0,4 m³/h
Výška:	600 mm

Obrázek 12.6 Technické parametry Reflex Fillsoft [20]

12.3.3 Návrh programovatelného vodoměru

Návrh: REFLEX Fillmeter

Programovatelný digitální vodoměr s funkcí indikace výměny změkčovací patrony.

Fillmeter – programovatelný digitální vodoměr

Fillmeter spolehlivě indikuje, kdy je změkčující patronu třeba vyměnit. Za tímto účelem Fillmeter vypočítá dosažitelné množství změkčené vody na základě zadaných údajů a porovnává tuto hodnotu se skutečnou měřenou hodnotou průtoku. Potřebná výměna je signalizována akusticky a opticky, přes beznapěťový kontakt (24 V) lze signál přenést na nadřazený systém.

Dovol. provozní přetlak:	10 bar
Dovol. provozní teplota:	65 °C



Obrázek 12.7 Technické parametry Reflex Fillmeter [20]

12.3.4 Návrh externího tlakového čidla

Návrh: REFLEX FE

Toto zařízení je nutné pro funkci zařízení Fillcontrol.

13 ROČNÍ POTŘEBA TEPLA A SPOTŘEBA ENERGIE - MĚSÍČNÍ BILANČNÍ METODA

Pro vytápění a přípravu teplé vody byla vypočtena roční potřeba tepla a roční spotřeba elektrické energie zjednodušenou měsíční bilanční metodou dle ČSN EN 13790 [51] a dle TNI 730331. [52]

Energetická potřeba budovy pro vytápění a ohřev teplé vody závisí na mnoha faktorech. Mezi nejvýznamnější patří:

- Tepelně technické vlastnosti budovy – kvalita obálky, tepelné mosty...
- Charakteristika vnějšího prostředí – oblast, nadmořská výška...
- Typu budovy nebo provozu – potřeba teplé vody, zisky spotřebičů...
- Vlastnostech topné soustavy a také soustavy pro přípravu teplé vody

13.1 Vstupní údaje pro výpočet:

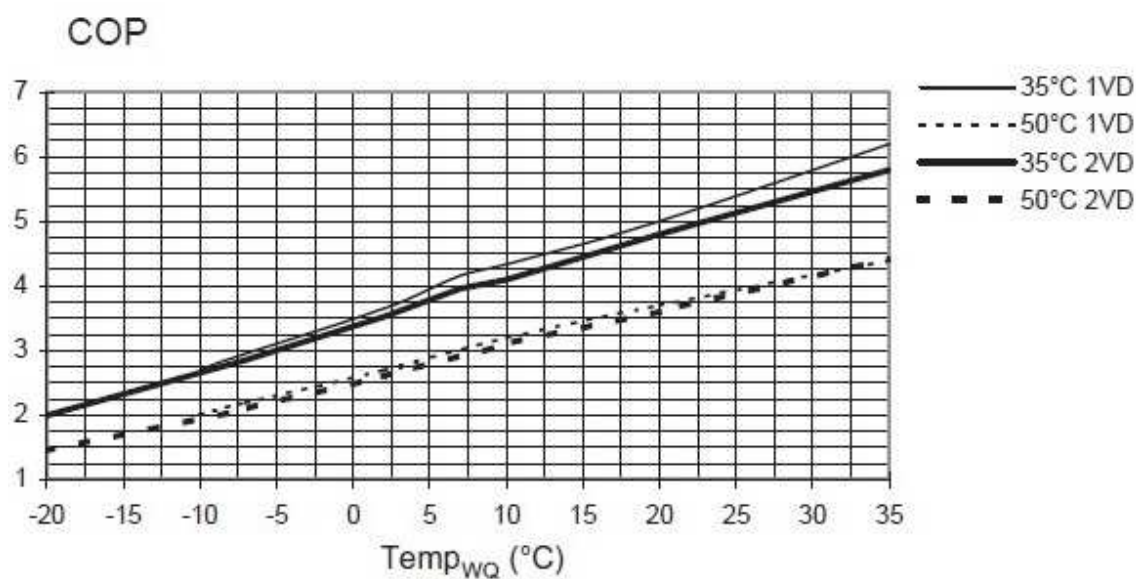
13.1.1 Předpoklady výpočtu

- Výměna vzduchu v celé budově bude zajištěna systémem nuceného větrání se zpětným získáváním tepla. Objekt je z hlediska nuceného větrání rozdělen do 4 zón. Výpočet potřeby energie na vytápění je rozdělen na tyto zóny. Potřeba energie na ohřev teplé vody se nezónuje.
- Objekt bude vytápěn nepřerušovaně
- Provozní doba užívání všech zón (vztahuje se na potřebu pro ohřev teplé vody, nucené větrání, zisky od spotřebičů) je dle TNI 730331 [52] uvažována 11 hodin denně
- Roční užívání budovy – počet provozních dní je dle TNI 730331 uvažován 257 dní za rok
- Obsazenost se neuvažuje tabulkovou hodnotou, ale byla určena přesně na 67 osob
- Průměrný průtok čerstvého vzduchu není uvažovaný z tabulkových hodnot, ale použit průtok, který byl pro každou zónu navržený
- Obálka je těsná, tepelné toky infiltrací jsou malé ($n_{50,N} = 1 \text{ [h}^{-1}\text{]}$)
- Plocha a orientace prosklených výplní otvorů v obvodovém plášti

Orientace	A [m ²]
S	3,30
V	9,53
Z	22,37
SV	5,75
SZ	3,75
JZ	23,83

Tabulka 13.1 Plocha a orientace prosklených výplň otvorů v obvodovém plášti

- COP tepelného čerpadla byl určen na základě diagramu závislosti teploty na COP od výrobce [3]



Obrázek 13.1 Závislost venkovní teploty na COP tepelného čerpadla Alpha-InnoTec LW310 (L) [3]

Měsíc	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec	
počet dní	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	[dny]
θ_e	-3,9	-3	0,3	3,7	8,5	14,3	16,6	16,6	10,3	6,6	1,2	-2,2	[°C]
Cop	2,26	2,30	2,47	2,67	2,99	3,33	3,42	3,42	3,09	2,87	2,52	2,34	[-]

Tabulka 13.2 Určení COP v závislosti na venkovní teplotě [3]



Obrázek 13.2 Graf závislosti COPu na venkovní teplotě

13.1.2 Přehled vstupních hodnot

Vytápění t_{n1} :

t_{n1} - vytápět se bude nepřerušovaně včetně víkendu a svátku. Provoz v měsících, kdy nebude třeba topit (léto) se do potřeby nebude započítávat. Venkovní zisky budou vznikat v této době.

Měsíc	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
počet dní	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
venkovní teplota	-3,9	-3	0,3	3,7	8,5	14,3	16,6	16,6	10,3	6,6	1,2	-2,2

Tabulka 13.3 Provoz vytápění

Nucené větrání a ohřev teplé vody t_{n2} :

Tento provoz nebude v době víkendů a svátku. Pro tuto dobu jsou vypočteny i zisky od vnitřních zdrojů. Celkový počet provozních dní je 252 za rok.

Měsíc	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
počet dní	23	22	23	22	23	15	16	18	22	23	22	23
venkovní teplota	-3,9	-3	0,3	3,7	8,5	14,3	16,6	16,6	10,3	6,6	1,2	-2,2

Tabulka 13.4 Provoz nucené větrání, ohřev teplé vody

13.2 Výpočet potřeby a spotřeby pro vytápění

Všechny hodnoty byly vypočítané podle následujících vztahů.

Měrný tepelný tok prostupem:

$$H_T = H_D + H_g + H_U + H_A \quad (1.70)$$

H_D je prostup do vnějšího venkovního prostoru [WK^{-1}]

H_g je prostup tepla zeminou [WK^{-1}]

H_U je prostup do nevytápěného prostoru [WK^{-1}]

H_A je prostup uvažován z nebo do přilehlého vytápěného prostoru [WK^{-1}]

Jednotlivý měrný tepelný tok prostupem lze obecně určit:

$$H_X = b \cdot (\sum A_i \cdot U_i + \sum l_k \cdot \Psi_k + \sum \chi_i) \quad (1.71)$$

$\sum l_k \cdot \Psi_k + \sum \chi_k$ představují měrné tepelné toky lineárními a bodovými tepelnými mosty

A je plocha konstrukcí obálky budovy nebo zóny [m^2]

U je součinitel prostupu tepla konstrukcí [$\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$]

b je teplotní redukční činitel [-]

$$b = \frac{\theta_i - \theta_x}{\theta_e - \theta_i} [-] \quad (1.72)$$

θ_x značí teplotu prostoru, kde odchází tepelný tok [$^{\circ}\text{C}$]

θ_i vnitřní návrhová teplota zóny [$^{\circ}\text{C}$]

θ_e vnější návrhová teplota [$^{\circ}\text{C}$]

Měrný tepelný tok nuceným větráním:

$$H_{VE} = (1 - 0,95 \cdot \varphi_{zzt}) \cdot V \cdot \rho \cdot c \quad (1.73)$$

φ_{zzt} je účinnost výměníku zpětného získávání tepla ve vzduchotechnické jednotce

V množství přiváděného vzduchu do zóny vzduchotechnickou jednotkou [$\text{m}^3\text{hod}^{-1}$]

ρ je hustota vzduchu [kgm^{-3}]

c měrná tepelná kapacita vzduchu [$\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$]

Hodnota 0,95 představuje podíl z celkového množství vzduchu a vzduchové toku, který prochází výměníkem zpětného získávání tepla. Předpokládá se těsná obálka ($n_{50,N} = 1 [\text{h}^{-1}]$).

Číslo zóny	$\theta_i [^{\circ}\text{C}]$	$V [\text{m}^3\text{h}^{-1}]$	$H_T [\text{WK}^{-1}]$	$H_{VE} [\text{WK}^{-1}]$
1	18	1010	89,51	160,758
2	22	900	81,67	143,25
3	22	810	57,31	128,93
4	20	480	59,52	76,34

Tabulka 13.5 Výpočet měrných tepelných toků

Potřeba tepelné energie pro pokrytí ztrát prostupem za den:

$$Q_T = H_T \cdot (\theta_i - \theta_{e,m}) \cdot \frac{24}{1000} \text{ [kWh za den]} \quad (1.74)$$

$\theta_{e,m}$ je vnější průměrná návrhová teplota pro daný měsíc [°C]

Hodnota 24 představuje počet hodin denně, kdy bude docházet k tepelnému toku prostupem (Celý den).

Potřeba tepelné energie pro pokrytí ztrát větráním za den:

$$Q_{VE} = H_{VE} \cdot (\theta_i - \theta_{e,m}) \cdot \frac{h_{pr}}{1000} \text{ [kWh za den]} \quad (1.75)$$

h_{pr} je provozní doba užívání, uvažovaná 11 hodin za den dle TNI 730331 [52]

Potřeba tepelné energie pro pokrytí ztrát prostupem [kWh za den]												
Měsíc	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
Q_{T1}	47,05	45,11	38,02	30,72	20,41	7,95	3,01	3,01	16,54	24,49	36,09	43,40
Q_{T2}	50,76	49,00	42,53	35,87	26,46	15,09	10,58	10,58	22,93	30,18	40,77	47,43
Q_{T3}	35,62	34,39	29,85	25,17	18,57	10,59	7,43	7,43	16,09	21,18	28,61	33,29
Q_{T3}	34,14	32,86	28,14	23,28	16,43	8,14	4,86	4,86	13,86	19,14	26,86	31,71
ΣQ_T	167,58	161,36	138,55	115,04	81,87	41,77	25,88	25,88	69,42	95,00	132,32	155,83

Tabulka 13.6 Potřeba tepelné energie pro pokrytí ztrát prostupem

Potřeba tepelné energie pro pokrytí ztrát větráním [kWh za den]												
Měsíc	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
Q_{VE1}	38,73	37,14	31,30	25,29	16,80	6,54	2,48	2,48	13,62	20,16	29,71	35,72
Q_{VE2}	40,81	39,39	34,19	28,84	21,27	12,13	8,51	8,51	18,44	24,27	32,78	38,13
Q_{VE3}	36,73	35,46	30,78	25,95	19,15	10,92	7,66	7,66	16,59	21,84	29,50	34,32
Q_{VE4}	20,07	19,31	16,54	13,69	9,66	4,79	2,86	2,86	8,15	11,25	15,79	18,64
ΣQ_{VE}	136,34	131,30	112,81	93,76	66,87	34,38	21,50	21,50	56,79	77,52	107,77	126,82

Tabulka 13.7 Potřeba tepelné energie pro pokrytí ztrát větráním

Vnější zisky od dopadajícího slunečního záření:

$$Q_{sol} = \Sigma F_p \cdot F_s \cdot I_i \cdot A_i \cdot g_i \text{ [kWh za den]} \quad (1.76)$$

F_p je podíl skla z plochy okna [-] uvažováno 0,85

g je propustnost skla [-], uvažována pro všechny okna 0,65 – trojskla

F_s je korekční činitel dalších stínících prvků [-], nejsou uvažovány $F_s = 1,0$ [-]

A je plocha oken [m²]

I je energie dopadajícího slunečního záření [kWh·m⁻²·den⁻¹]

Dávka denního slunečního ozáření [kWh/(m ² · den)]												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
S	0,323	0,581	0,783	1,143	1,453	1,651	1,542	1,251	0,901	0,613	0,300	0,234
V	0,467	0,867	1,340	1,952	2,873	2,852	2,671	2,615	1,618	0,985	0,450	0,347
Z	0,581	1,126	1,542	2,102	2,413	2,552	2,704	2,357	1,651	1,106	0,567	0,347
SV	0,865	1,464	2,087	2,880	2,977	2,927	2,758	3,048	2,303	1,945	1,127	0,745
SZ	0,865	1,464	2,087	2,880	2,977	2,927	2,758	3,048	2,303	1,945	1,127	0,745
JZ	0,313	0,600	1,129	1,943	2,377	2,640	2,377	2,087	1,367	0,839	0,360	0,216

Tabulka 13.8 Uvažovaná energie dopadajícího slunečního záření dle 730331 [52]

Výpočet venkovních zisků od dopadajícího slunečního záření [kWh za den]												
Měsíc	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
Q _{sol S}	0,589	1,059	1,428	2,084	2,649	3,010	2,811	2,281	1,643	1,118	0,547	0,427
Q _{sol V}	2,457	4,563	7,052	10,273	15,119	15,009	14,056	13,762	8,515	5,184	2,368	1,826
Q _{sol Z}	7,179	13,914	19,054	25,974	29,817	31,534	33,412	29,125	20,401	13,666	7,006	4,288
Q _{sol SV}	2,746	4,652	6,630	9,149	9,459	9,298	8,762	9,684	7,317	6,180	3,579	2,367
Q _{sol SZ}	1,791	3,034	4,324	5,967	6,169	6,064	5,714	6,316	4,772	4,030	2,334	1,544
Q _{sol JZ}	4,119	7,898	14,862	25,581	31,295	34,751	31,295	27,473	17,990	11,040	4,739	2,845
ΣQ _{sol}	18,881	35,119	53,350	79,027	94,508	99,666	96,051	88,640	60,638	41,218	20,574	13,297

Tabulka 13.9 Výpočet venkovních zisků od dopadajícího slunečního záření

Pasivní zisky z vnitřních zdrojů:

$$Q_H = q_{oc} \cdot A_p \cdot \frac{f_{oc} \cdot 24}{1000} + q_{ap} \cdot A_p \cdot \frac{f_{ap} \cdot 24}{1000} \quad [\text{kWh za den}] \quad (1.77)$$

$$Q_H = 7,0 \cdot 624,21 \cdot \frac{0,25 \cdot 24}{1000} + 7,0 \cdot 624,21 \cdot \frac{0,25 \cdot 24}{1000} = 52,42 \quad [\text{kWh za den}]$$

q_{oc} jsou měrné zisky od osob [Wm⁻²], uvažováno 7,0 [Wm⁻²] dle TNI 730331 Tabulka B.14 [52]

q_{ap} jsou měrné zisky z vybavení [Wm⁻²], uvažováno 7,0 [Wm⁻²] dle TNI 730331 Tabulka B.14 [52]

f_{oc} časový podíl přítomnosti osob [-], uvažováno 0,25 [-] dle TNI 730331 Tabulka B.14 [52]

f_{ap} časový podíl doby provozu [-], uvažováno 0,25 [-] dle TNI 730331 Tabulka B.14 [52]

Podíl zisku a ztrát:

$$\gamma = \frac{Q_{sol} + Q_{int}}{Q_T + Q_{VE}} \quad (1.78)$$

Podíl zisků a ztrát [-]												
Měsíc	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
γ	0,235	0,299	0,421	0,630	0,988	1,997	3,134	2,978	0,896	0,543	0,304	0,233

Tabulka 13.10 Výpočet podílu zisku a ztrát

Časová konstanta budovy:

$$t = \frac{\frac{C}{3600}}{Q_H + Q_{VE}} \quad (1.79)$$

C je vnitřní tepelná kapacita budovy [kJ·K⁻¹]:

$$C = C_m \cdot A \quad (1.80)$$

C_m je plošná měrná tepelná kapacita [kJ·K⁻¹·m⁻²]

A je plocha konstrukce [m²]

C _m [kJ·K ⁻¹ ·m ⁻²]	A [m ²]	C [kJ·K ⁻¹]
400	244,94	97976
350	239,48	83818
150	139,48	20922
Σ		202716

Tabulka 13.11 Výpočet vnitřní tepelné kapacity budovy

Faktor setrvačnosti budovy:

$$a = 1 + \frac{t}{15} \quad (1.81)$$

Podíl využití zisků pro γ≠1 :

$$\eta_h = \frac{1-\gamma^a}{1-\gamma^{1+a}} \quad (1.82)$$

Měsíc	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
t	0,185	0,192	0,224	0,270	0,379	0,739	1,189	1,189	0,446	0,326	0,235	0,199
a	1,012	1,013	1,015	1,018	1,025	1,049	1,079	1,079	1,030	1,022	1,016	1,013
η _h	0,814	0,774	0,708	0,619	0,509	0,341	0,249	0,259	0,535	0,655	0,772	0,815

Tabulka 13.12 Výpočet časové konstanty, faktoru setrvačnosti budovy a podílu využití zisků

Denní potřeba se započítáním zisků:

$$Q_{c,d} = (Q_T + Q_{VE}) - \eta_h \cdot (Q_{sol} + Q_{int}) \quad [\text{kWh za den}] \quad (1.83)$$

Denní potřeba se započítáním zisků [kWh za den]												
Měsíc	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
Q _{c,d}	245,91	224,93	176,43	127,45	73,90	24,29	10,37	10,81	65,71	111,21	183,77	229,07

Tabulka 13.13 Výpočet denní potřeby se započítáním zisků

Výpočet měsíční potřeby tepla pro vytápění:

V tomto kroku je nutné rozdělit počet dnů v měsíci na t_{n1} a t_{n2}:

$$Q_{c,m} = (Q_T \cdot t_{n1} + Q_{VE} \cdot t_{n2}) - \eta_h \cdot (Q_{sol} \cdot t_{n1} + Q_{int} \cdot t_{n2}) \quad [\text{kWh za měsíc}] \quad (1.84)$$

Měsíční potřeba [kWh za měsíc]												
Měsíc	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
Q_{c,m}	6873,7	5753,6	4863,8	3332,9	1929,5	481,0	194,9	232,3	1741,3	3101,9	4974,6	6428,6

Tabulka 13.14 Výpočet měsíční potřeby tepla pro vytápění

Celková roční potřeba je dána součtem měsíční a činí **39,91** [MWh za rok].

Měsíční spotřeba tepla pro vytápění:

$$Q_{c',m} = \frac{Q_{c,m}}{\eta_{DIS} \cdot \eta_{sdílění}} \cdot f_H \quad (1.85)$$

η_{DIS} je účinnost distribuce tepla, uvažována 0,85 dle TNI 730331 pro střední teplotu otopné vody 45 [°C]

$\eta_{sdílění}$ je účinnost sdílení tepla, zjednodušeně uvažována jako 0,87

f_H je součinitel, který zohledňuje vytápění objektu – bude uvažovaný vždy 1,0 kromě měsíců: červen, červenec a srpen – bude roven 0,0, protože se nebude se vytápět

Měsíční spotřeba tepla pro vytápění [kWh za měsíc]												
Měsíc	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
Q_{c',m}	9295,04	7780,41	6577,13	4506,98	2609,15	0	0	0	2354,65	4194,61	6727	8693,12

Tabulka 13.15 Výpočet měsíční spotřeby tepla pro vytápění

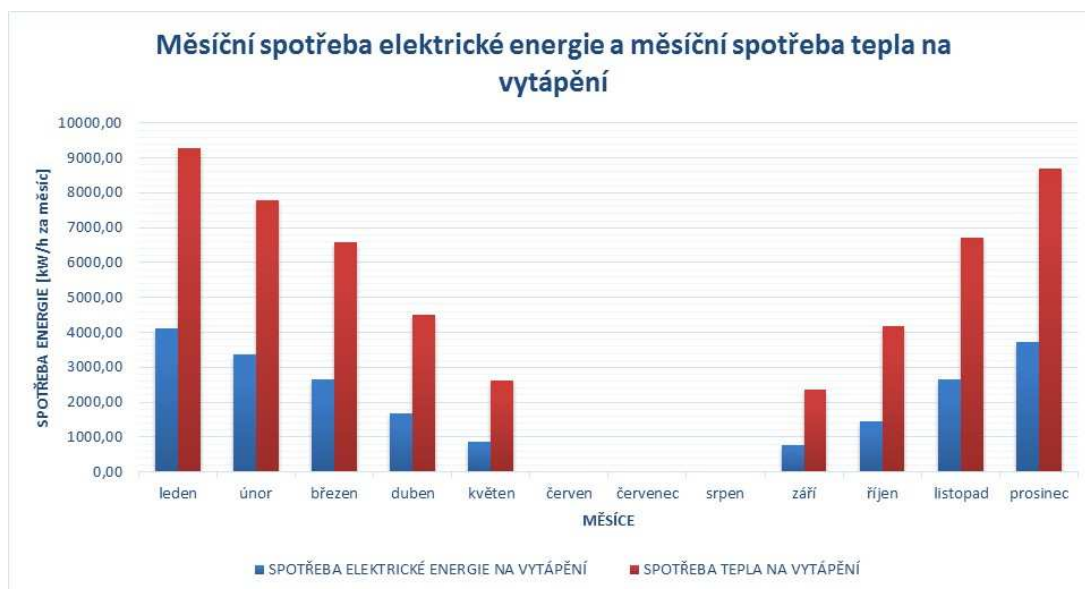
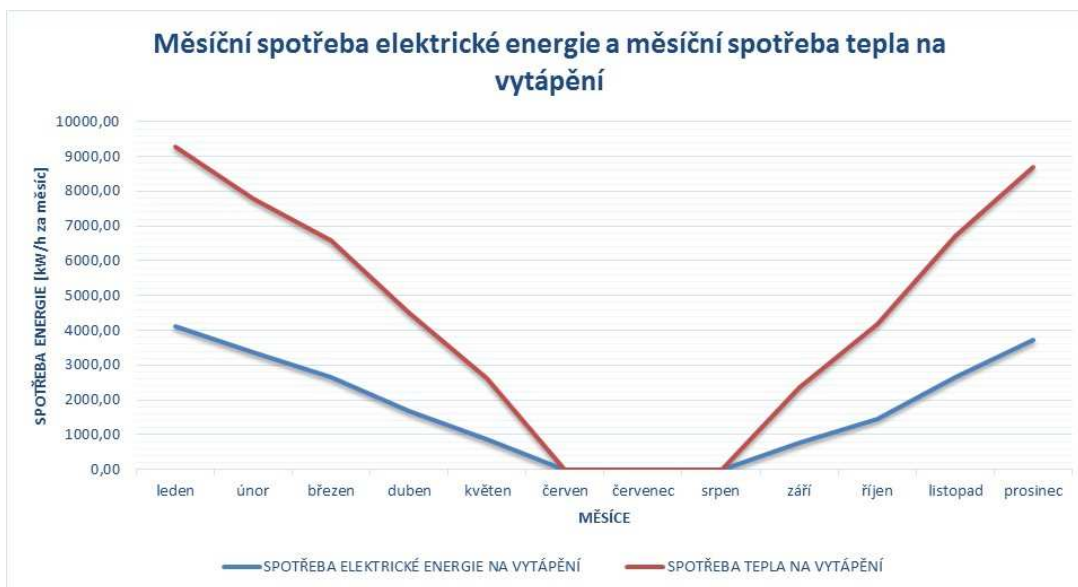
Výpočet měsíční spotřeby energie pro vytápění:

$$Q_{e,m} = \frac{Q_{c,m}}{COP \cdot \eta_{DIS} \cdot \eta_{sdílění}} \cdot f_H \quad (1.86)$$

Měsíční spotřeba [kWh za měsíc]												
Měsíc	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
Q_{e,m}	4118,63	3379,17	2665,19	1689,09	871,22	0,00	0,00	0,00	761,78	1459,49	2666,90	3722,36

Tabulka 13.16 Měsíční spotřeba energie pro vytápění

Celková roční spotřeba je dána součtem měsíční a činí **21,33** [MWh za rok].



Obrázek 13.3 Graf spotřeby energie a spotřeby tepla na vytápění

13.3 Výpočet potřeby a spotřeby pro ohřev teplé vody

Teplá voda je ohřívána pomocí dvou zdrojů – tepelného čerpadla a elektrického akumulčního ohřívače. Režim přípravy teplé vody se bude dále dělit na provoz v létě (červen, červenec, srpen), kdy tepelné čerpadlo netopí a má vyšší dostupná výkon. A na provoz po zbytek roku, kdy se teplá voda bude ohřívat pouze na 45 [°C]

1. Režim v létě

- Tepelné čerpadlo: ohřev na 50 [°C]
- Elektrický akumulční ohřívač: ohřev z 50 [°C] na 55 [°C]

2. Režim po zbytek roku

- Tepelné čerpadlo: ohřev na 45 [°C]
- Elektrický akumulční ohříváč: ohřev ze 45 [°C] na 55 [°C]

Denní potřeba tepla pro ohřev teplé vody tepelným čerpadlem:

$$Q_{T,č,tv,d} = 1,163 \cdot V_p \cdot (t_1 - t_{sw2}) \text{ [kWh za den]} \quad (1.87)$$

1,163 představuje $\rho \cdot c / 3600$ pro vodu a převod na [kWh]

V_p je denní potřeba teplé vody [m³], určena dle TNI 730331 [52] jako 10 [l·m⁻²] (počet osob 67)

t_1 je teplota topné vody z tepelného čerpadla [°C]

t_{sw2} je teplota studené vody z vodovodního řádu [°C]

Denní potřeba tepla pro ohřev teplé vody elektrickým akumulčním ohříváčem:

1. Režim v létě

$$Q_{EL,tv,d,1} = 1,163 \cdot V_p \cdot (55 - 50) \text{ [kWh za den]} \quad (1.88)$$

$$= 1,163 \cdot 0,67 \cdot (55 - 50) = 3,90 \text{ [kWh za den]}$$

2. Režim po zbytek roku

$$Q_{EL,tv,d,2} = 1,163 \cdot V_p \cdot (55 - 45) \text{ [kWh za den]} \quad (1.89)$$

$$= 1,163 \cdot 0,67 \cdot (55 - 45) = 7,79 \text{ [kWh za den]}$$

Měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
t_{n2} [dny]	23	22	23	22	22	16	16	18	23	23	22	23
t_{sw2} [°C]	10	10	10	10	10	15	15	15	10	10	10	10
V_p [m ³ /den]	0,67											
$Q_{T,č,tv,d}$	27,27	27,27	27,27	27,27	27,27	27,27	27,27	27,27	27,27	27,27	27,27	27,27
$Q_{EL,tv,d}$	7,79	7,79	7,79	7,79	7,79	3,90	3,90	3,90	7,79	7,79	7,79	7,79

Tabulka 13.17 Výpočet denní potřeby tepla pro ohřev teplé vody tepelným čerpadlem a elektrickým akumulčním ohříváčem

Celková měsíční potřeba tepla pro ohřívání teplé vody:

$$Q_{tv,m} = t_{n2} \cdot (Q_{T,č,tv,d} + Q_{EL,tv,d}) \text{ [kWh za měsíc]} \quad (1.90)$$

Měsíční potřeba tepla na ohřev teplé vody [kWh za měsíc]												
Měsíc	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
$Q_{tv,m}$	806,48	771,42	806,48	771,42	771,42	498,69	498,69	561,03	806,48	806,48	771,42	806,48

Tabulka 13.18 Výpočet měsíční potřeby tepla na ohřev teplé vody

Celková roční potřeba je dána součtem měsíční a činí **8,68** [MWh za rok].

Celková měsíční spotřeba tepla pro ohřívání teplé vody:

$$Q_{tv,m} = t_{n2} \cdot (Q_{T.č.,tv,d} + Q_{EL,tv,d}) \text{ [kWh za měsíc]} \quad (1.91)$$

Měsíční spotřeba tepla na ohřev teplé vody [kWh za měsíc]												
Měsíc	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
$Q_{tv,m}$	1090,58	1043,16	1090,58	1043,16	1043,16	674,37	674,37	758,66	1090,58	1090,58	1043,16	1090,58

Tabulka 13.19 Výpočet spotřeby tepla pro ohřev teplé vody

Celková měsíční spotřeba energie elektrickým ohřevačem:

$$Q_{e,EL,tv,m} = \frac{Q_{EL,tv,d} \cdot t_{n2}}{\eta_{DIS} \cdot \eta_{sdílení}} \text{ [kWh za měsíc]} \quad (1.83)$$

Celková měsíční spotřeba energie tepelným čerpadlem:

$$Q_{e,T.č.,tv,m} = \frac{Q_{T.č.,tv,d} \cdot t_{n2}}{COP \cdot \eta_{DIS} \cdot \eta_{sdílení}} \text{ [kWh za měsíc]} \quad (1.84)$$

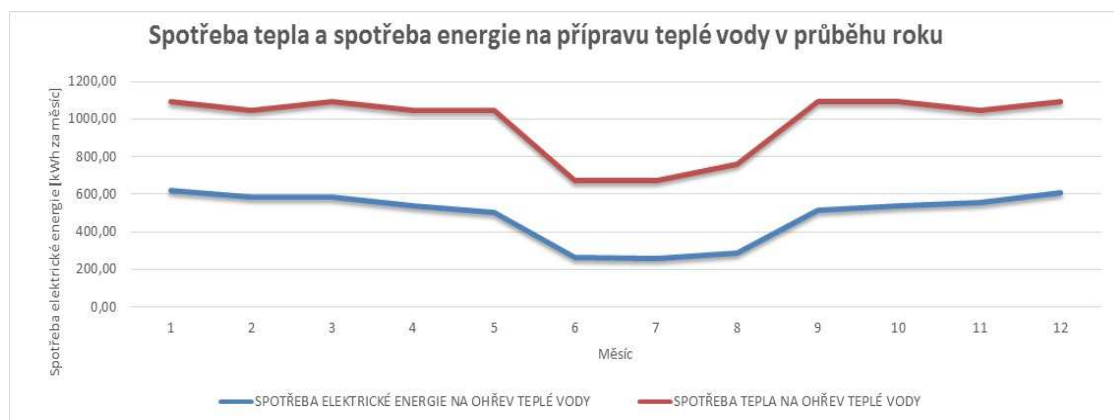
Celková měsíční spotřeba tepla pro ohřev teplé vody:

$$Q_{e,tv,m} = Q_{e,T.č.,tv,m} + Q_{e,EL,tv,m} \text{ [kWh za měsíc]} \quad (1.85)$$

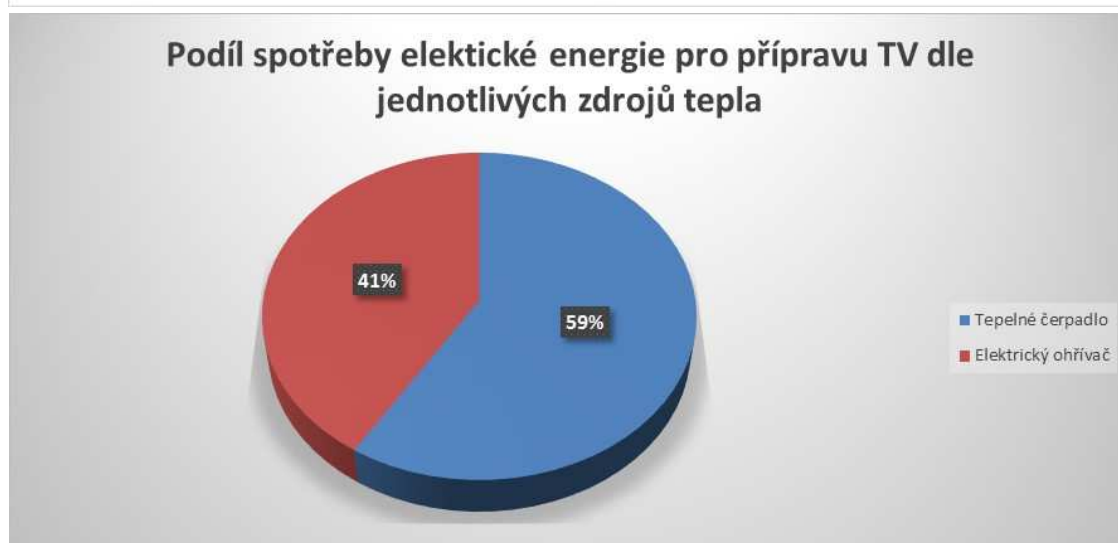
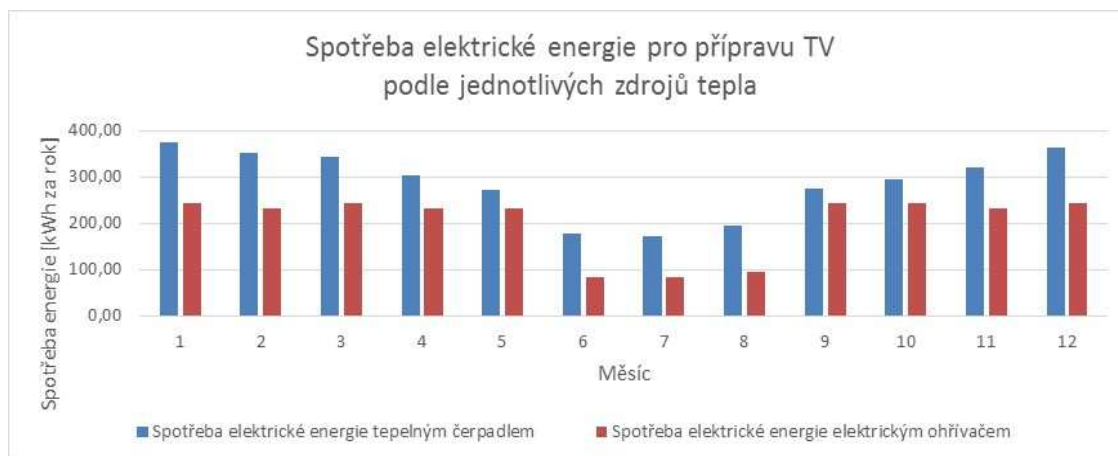
Měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$Q_{e,T.č.,tv,m}$	375,85	352,38	343,72	304,07	270,92	177,18	172,57	194,14	274,42	295,14	321,66	363,21
$Q_{e,EL,tv,m}$	242,35	231,81	242,35	231,81	231,81	84,30	84,30	94,83	242,35	242,35	231,81	242,35
$Q_{e,tv,m}$	618,20	584,20	586,07	535,88	502,73	261,47	256,86	288,97	516,77	537,49	553,47	605,56

Tabulka 13.20 Výpočet spotřeby energie na ohřev teplé vody

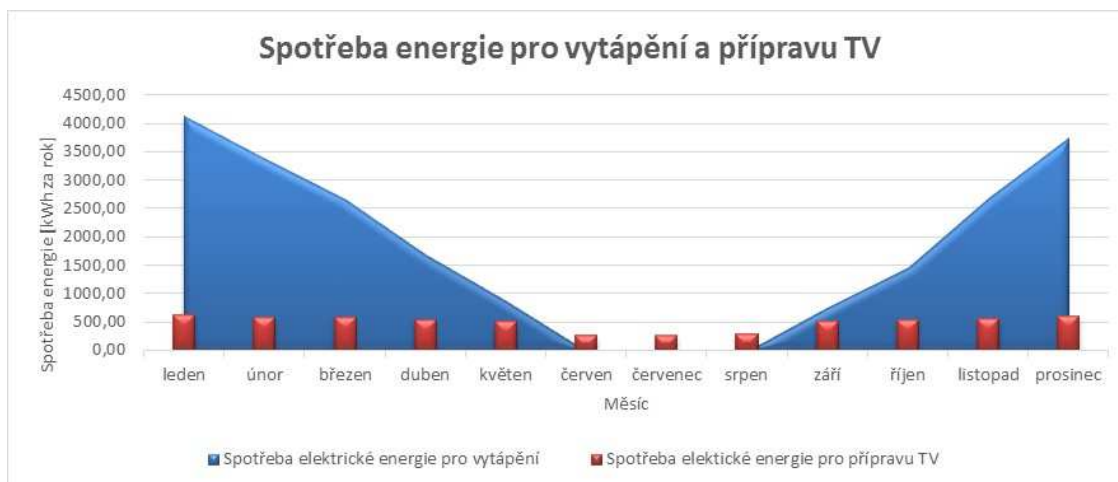
Celková roční potřeba je dána součtem měsíční a činí **5,85** [MWh za rok]



Obrázek 13.4 Graf spotřeby tepla a spotřeby energie na přípravu teplé vody v průběhu roku



Obrázek 13.5 Graf podíl spotřeby elektrické energie pro přípravu TV dle jednotlivých zdrojů



Obrázek 13.6 Graf spotřeby energie pro vytápění a přípravu TV v průběhu roku

C. Projekt

1 TECHNICKÁ ZPRÁVA

1.1 Úvod

1.1.1 Umístění a popis objektu

Dle zadání bakalářské práce byla zpracována projektová dokumentace ve stupni pro provedení stavby. Předmětem stavby je řešení vytápění a potřeby tepla pro teplou vodu a nucené větrání mateřské školy.

Název stavby: **VYTÁPĚNÍ OBJEKTU MATEŘSKÉ ŠKOLY**

Místo stavby: Holasice, okres Brno-venkov,

Projekt byl zpracován na základě těchto podkladů:

- Zadání bakalářské práce
- Projektová dokumentace stavební části

Navrhovaný objekt má dvě nadzemní podlaží, je nepodsklepený a má nepravidelný tvar. Druhé nadzemní podlaží se nachází pouze nad částí prvního v severovýchodní části objektu. Dům bude založen na základových pásech z prostého betonu, stěny zděné tvárnicemi Ytong tl. 300 mm, překlady monolitické ze železobetonu. Objekt bude zateplen minerálními izolačními deskami MULTIPOR určenými pro fasády v tl. 200 mm, sokl bude zateplen polystyrénem extrudovaným (XPS) tl. 150 mm. Střecha je navržena jako částečně šikmá S01: s dřevěnými I nosníky, zateplení foukanou dřevní celulózą tl. 300 mm. Dále jako částečně plochá S02: nosnou část tvoří strop nad 1.NP, zateplení tepelně izolačními deskami Isover UNIROL-PLUS 1 x tl. 140 mm a 1 x tl. 120 mm a tepelně izolačními spádovými klíny Isover SD. A jako částečně pilová S03: kde je nosná část tvořena dřevěnými krokviemi kladenými po vlašsku, zateplení z expandovaného polystyrenu Isover TRAM EPS. Podlaha na zemině je tepelně izolována izolací Isover EPS Perimetr 2 x tl. 120 mm. Skladby konstrukcí byly navrženy dle hodnot požadovaných ČSN 730540-2 Tepelná ochrana budov se snahou vyhovět hodnotám pro pasivní domy.

Celková užitná plocha interiéru činí 624,21 m², obestavěný prostor 2961 m³, celková plocha ochlazovaných konstrukcí 1868 m². V prvním podlaží je navržena technická část s technickou místností, sklady a sociálním zázemím. V druhé části se nacházejí šatny pro děti, herna, výdejna jídla a také sociální zázemí. V druhém nadzemním podlaží, které je jen nad technickou částí prvního podlaží, je navrženo zázemí pro pracovníky provozu s ředitelnou, kabinetem archivem a technickým a sociálním zázemím. Z hlediska nuceného větrání je objekt členěný do čtyř zón:

- Zóna 1: Technické zázemí objektu
- Zóna 2: Herna 1 a její zázemí
- Zóna 3: Herna 2 a její zázemí
- Zóna 4: Druhé nadzemní podlaží

1.1.2 Popis provozu objektu

Objekt bude plnit funkci mateřské školy, provoz se tedy předpokládá 5 dní v týdnu. Vytápění však bude nepřerušované. Roční doba užívání je uvažována na 257 dní. Provozní doba užívání je předpokládána 11 hodin denně. Tyto hodnoty jsou v souladu s TNI 730331. Součástí mateřské školy jsou prostory se sociálním, administrativním a technickým zázemím. V objektu se nenachází kuchyně, stravování bude zajištěno dodávkou.

Předpokládá se, že se během provozu bude v budově vyskytovat 67 osob: 57 dětí rozdělené do dvou tříd, 4 učitelky, 1 ředitelka, 2 uklízečky, 2 pracovníce pro přípravu jídla a 1 školník.

Celý objekt bude vytápěn pomocí tepelného čerpadla vzduch – voda. Provoz tepelného čerpadla bude paralelně bivalentní s využitím dalšího elektrického zdroje v období nízkých venkovních teplot. Výměna vzduchu bude v celém objektu zajištěna nuceně větracím systémem využívající zpětné získávání tepla s 55 % účinností. Ohřev teplé vody bude zajištěn tepelným čerpadlem a částečně ohřevem elektrickým ohřívačem. Příprava teplé vody bude zásobníkovým způsobem ohřevu. V době vysokého tarifu ceny elektrické energie (maximálně 2 hodiny denně a maximální souvislá doba 1 hodina) se tepelné čerpadlo vypne. Pro tuto dobu se bude tepelná energie akumulovat v akumulační nádrži.

1.2 Podklady

1.2.1 Zadání

Projektová dokumentace byla zpracována v rámci bakalářské práce podle dokumentu **Zadání bakalářské práce**, vydaného dne 30.11.2015 vedoucím Ústavu technických zařízení budov, fakulta stavební, Vysoké učení technické v Brně.

1.2.2 Výkresová dokumentace

Podkladem pro návrh a zpracování projektu byla výkresová dokumentace stavební části objektu: půdorysy podlaží, řezy, situace a technická zpráva.

1.2.3 Zákony, vyhlášky a normy

Projektová dokumentace byla vypracována v souladu s příslušnými zákony, vyhláškami a Českými technickými normami:

- Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu
- Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a změně některých dalších zákonů
- Nařízení vlády č. 591/2006 Sb., O bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích.
- Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
- Vyhláška MMRČR č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby
- Vyhláška MMRČR č.499/2009 Sb., o dokumentaci staveb

- Vyhláška MMRČR č. 78/2013 Sb., kterou se staví energetická náročnost budov
- Vyhláška MMRČR č. 193/2007 Sb., kterou se stanoví podrobnosti užití energie a chladu
- ČSN EN 12 831 - Tepelné soustavy budovách - výpočet tepelného výkonu
- ČSN 06 0310 - Tepelné soustavy v budovách - Projektování a montáž
- ČSN 06 0320 - Tepelné soustavy v budovách - Příprava teplé vody
- ČSN 06 0830 - Tepelné soustavy v budovách - Zabezpečovací zařízení
- ČSN 73 0540 - 2 Tepelná ochrana budov - Požadavky
- ČSN 73 0540 - 3 Tepelná ochrana budov - Společná ustanovení
- ČSN EN 12828 - Tepelné soustavy v budovách - Navrhování teplovodních otopných soustav
- TNI 730331
- A další navazující právní předpisy a normy

1.2.4 Podklady firem

Návrhy, výpočty a posouzení všech zařízení byly provedeny přesně dle podmínek a pokynů jejich výrobců:

- Alpha-InnoTec
- Korado
- Kaiflex EF
- Rolf Antikor
- Dražice
- Hydronic Systems
- Meibes
- Regulus
- Reflex
- Wilo
- Esbe
- ETL Ekotherm
- Isover

1.3 Tepelná technika

1.3.1 Klimatické poměry

Objekt se nachází v obci Holasice v okrese Brno-město. Návrhové parametry venkovního prostředí byly uvažovány podle Přílohy H, ČSN 73 0540-3 Tepelná ochrana budov – Část 3: Návrhové hodnoty veličin, pro lokalitu Brno. Jedná se o oblast s hustou zástavbou nejčastěji rodinných domů.

- | | |
|-------------------------------------|--------------------|
| • Lokalita: | Brno |
| • Výpočtová zimní venkovní teplota: | -12 °C |
| • Nadmořská výška objektu: | 271,50 m.n.m (Bpv) |
| • Poloha budovy v krajině: | chráněná (řadová) |

- Krajina s intenzivními větry:

ne

1.3.2 Tepelné technické vlastnosti stavebních konstrukcí

Výpočet a posouzení součinitele prostupu tepla U byl proveden na základě projektové dokumentace stavební části dle ČSN 73 0540-2:2011 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky. Všechny stavební konstrukce vyhovují požadovaným hodnotám $U_{N,20}$ dle ČSN 73 0540-2:2011. Návrh všech skladeb konstrukcí a výplní otvorů vycházel ze záměru, aby objekt splňoval tepelné technické vlastnosti na úrovni pasivních domů.

Součinitele prostupu tepla: konstrukce obálky budovy				
Označení	Popis konstrukce	U	$U_{N,20}$	$U_{pas,20}$
		$[Wm^{-2}K^{-1}]$	$[Wm^{-2}K^{-1}]$	$[Wm^{-2}K^{-1}]$
F01	Obvodová stěna	0,130	0,300	0,18-0,12
F02	Obvodová stěna-sokl	0,127	0,300	0,18-0,12
F03	Stěna mezi sousedními budovami	0,266	1,050	0,5
P01	Podlaha na zemině	0,137	0,450	0,22-0,15
P02	Podlaha na zemině	0,137	0,450	0,22-0,15
P03	Podlaha na zemině	0,137	0,450	0,22-0,15
S01	Střešní konstrukce	0,108	0,240	0,18-0,12
S02	Střešní konstrukce	0,115	0,240	0,18-0,12
S03	Střešní konstrukce	0,102	0,240	0,18-0,12
OXX	Plastové vstupní dveře 1	1,000	1,700	0,900
OXX	Plastové vstupní dveře 2	1,100	1,700	0,900
OXX	Okno s izolačním trojsklem	0,750	1,500	0,8-0,6

Součinitele prostupu tepla: vnitřní konstrukce				
Označení	Popis konstrukce	U	$U_{N,20}$	$U_{pas,20}$
		$[Wm^{-2}K^{-1}]$	$[Wm^{-2}K^{-1}]$	$[Wm^{-2}K^{-1}]$
SN01	Dělicí stěna 1	0,948	2,700	-
SN02	Dělicí stěna 2	0,802	2,700	-
SN03	Dělicí stěna 3	0,604	2,700	-
SN04	Vnitřní nosná stěna	0,404	2,700	-
SN05	Skleněná stěna	1,500	2,700	-
P04	Podlaha + strop	0,563	2,200	-
P05	Podlaha + strop	0,579	2,200	-
DXX	Dřevěné dveře	2,000	-	-
DXX	Plastové dveře	1,800	-	-

XX – Číslo položky podle rozměru prvků (O – výplně fasádních otvorů, D – vnitřní dveře)

1.3.3 Tepelné ztráty budovy

Výpočet tepelných ztrát jednotlivých vytápěných místností byl proveden dle ČSN EN 12 831 - Tepelné soustavy budovách - výpočet tepelného výkonu. Vnitřní výpočtové zimní teploty byly navrženy dle účelu místnosti a jsou v souladu s ČSN EN 12831.

Číslo místnosti	Účel místnosti	Plocha [m²]	Návrhová teplota [°C]	Tepelná ztráta [W]
1.01	Příjem	15,51	18	240,631
1.02	Sklad a mytí termosu	13,29	18	157,177
1.03	Chodba 1	6,54	18	92,271
1.04	Technická místnost 1	23,04	15	227,243
1.05	Sklad zahradního nářadí	3,56	10,6	-
1.06	Sklad a sušení prádla	8,71	20	418,659
1.07	Sklad potravin a nápojů	8,68	10	-303,276
1.08	Sklad školky	9,65	18	167,983
1.09	Úklidová komora 1	1,19	18	3,589
1.10	Chodba 2	12,72	18	109,453
1.11	Odpadky	4,74	8,1	-
1.12	Šatna muži	4,38	20	99,745
1.13	Sprcha muži	2,80	24	224,465
1.14	Sprcha ženy	2,87	24	226,248
1.15	Šatna ženy	4,51	20	97,110
1.16	WC - personál ženy 1	3,09	20	71,418
1.17	WC - personál muži 1	3,04	20	78,483
1.18	WC - muži	4,46	18	27,879
1.19	WC - ženy	4,47	18	39,716
1.20	Úklidová komora 2	2,28	18	17,333
1.21	Hala 1	19,62	18	394,711
1.22	Zádveří	2,62	18	155,960
1.23	Chodba 3	7,34	18	31,700
1.24	Výdej jídla	8,55	20	-90,623
1.25	Sklad výdeje	3,77	18	-15,775
1.26	Kout pro rodiče	8,51	18	46,177
1.27	Šatna děti 1	17,60	20	38,997
1.28	Chodba 4	5,27	22	54,534
1.29	WC - děti 1	9,76	20	-100,568
1.30	Umyvárna 1	5,72	24	419,126
1.31 A	Mokrý koutek 1	5,49	22	2309,361
1.31 B	Dětská pracovna 1	19,18	22	
1.31 C	Jídelní kout 1	21,75	22	
1.31 D	Herna 1	42,10	22	
1.31 E	Spací kout 1	29,54	22	
1.32	Kabinet učitelka + WC 1	4,55	20	-42,490
1.33	Šatna děti 2	16,80	20	27,011
1.34	Chodba 5	3,71	22	37,508
1.35	Umyvárna 2	7,59	24	459,650
1.36	WC - děti 2	8,80	20	-279,772
1.37 A	Mokrý koutek 1	6,40	22	2232,166
1.37 B	Dětská pracovna 1	24,01	22	

1.37 C	Jídelní kout 1	23,03	22	
1.37 D	Herna 1	33,13	22	
1.37 E	Spací kout 1	30,35	22	
1.38	Kabinet učitelka + WC 2	4,50	20	-45,998
1.39	Terasa	44,00	-	-
1.40	Venkovní WC	5,14	-	-
2.01	Schodiště	5,98	18	160,802
2.02	Hala 2	26,88	18	91,991
2.03	Kancelář učitelky	14,93	20	315,669
2.04	Technická místnost 2	6,55	15	-36,880
2.05	Archiv	7,06	20	268,691
2.06	Sborovna	15,57	20	496,215
2.07	Ředitelna	14,02	20	316,829
2.08	Denní místnost	13,11	20	288,254
2.09	Úklidová komora 3	2,32	18	-5,168
2.10	WC - personál muži 2	3,96	20	98,510
2.11	WC - personál ženy 2	4,61	20	201,731
Celkem:				9824,449

Přehled výsledných hodnot:

- Tepelná ztráta prostupem: 8 663,054 W
- Tepelná ztráta větráním (infiltrace): 1 161,395 W
- Celková tepelná ztráta zátopovou přírážkou: 0,0 W
- Celková tepelná ztráta 9 824, 449 W

1.3.4 Tepelný výkon pro nucené větrání

Výměna vzduchu v celém objektu bude zajištěna systémem nuceného větrání s využíváním zpětného získávání tepla. Účinnost výměníku pro zpětné získávání tepla je 55 %. Vzduch se bude dohřívat ve výměníku voda – vzduch, který je součástí vzduchotechnických jednotek. Teplo pro výměník se bude dodávat z tepelného čerpadla. Z hlediska větrání je budova rozdělena na 4 zóny.

Číslo zóny	Převládající účel zóny	Množství přiváděného vzduchu m ³ h ⁻¹	Teplota přiváděného vzduchu °C	Potřebný výkon pro výměník W
1	Technické zázemí objektu	1 010	18	4 636
2	Herna 1 a její zázemí	900	22	4 850
3	Herna 2 a její zázemí	810	22	4 365
4	Administrativní část 2.NP	480	20	2 872

- Celkový návrhový výkon pro nucené větrání: 16 723 W

1.3.5 Tepelný výkon pro přípravu teplé vody

Teplá voda bude připravována zásobníkovým ohřevem s teplotním spádem teplé cirkulační vody 55/35 °C. Výpočet tepelného výkonu pro přípravu teplé vody byl proveden dle ČSN 06 0320 - Tepelné soustavy v budovách - Příprava teplé vody. Denní spotřeba teplé vody činí 1,333 m³ a byla stanovována podrobným rozbořem v souladu s ČSN 06 0320.

1.3.5.1 Ohřev tepelným čerpadlem elektrickým akumulacním ohřivačem

Tepelné čerpadlo bude ohřívat vodu na 45 °C přes výměník v zásobníku teplé vody. Doohřátí teplé vody na 55 °C bude zajištěno dalším zdrojem – elektrickým akumulacním ohřivačem.

Přehled tepelných výkonů:

• Tepelné čerpadlo:	ohřev na 45 °C	4 340 W
• Elektrický akumulací ohřivač:	ohřev ze 45 °C na 55 °C	1 246 W
• Celkový výkon pro ohřev teplé vody:		5 586 W

1.3.5.2 Ohřev elektrickou topnou vložkou

Jako ochrana proti výskytu Legionelly je navržen i druhý způsob ohřevu teplé vody. Ten se bude provozovat pouze v časových intervalech stanovenými hygienickými předpisy. Při této přípravě bude teplá voda ohřívána na 70 °C. Tepelné čerpadlo se zcela odstaví a ohřev teplé vody bude zajištěn pouze elektrickou topnou tyčí instalovanou v zásobníku teplé vody.

• Elektrická topná tyč:	ohřev na 70 °C	7 097 W
-------------------------	----------------	---------

1.3.6 Celkový instalovaný tepelný výkon

Tepelný výkon pro vytápění (včetně infiltrace): 9 825 W

Tepelný výkon pro nucené větrání: 16 723 W

Tepelný výkon pro ohřev teplé vody: 5 586 W (7 097 W)

Celkem: 32 134 W

1.3.7 Technicko – hospodářské ukazatelé

Pro vytápění a přípravu teplé vody byla vypočtena roční potřeba tepla a spotřeba energie dle ČSN EN 13790 a dle TNI 730331 zjednodušenou měsíční bilanční metodou.

1.3.7.1 Potřeba tepla

Pro vytápění: 39,91 MWh za rok

Pro ohřev teplé vody: 8,68 MWh za rok

1.3.7.2 Spotřeba elektrické energie

Pro vytápění a nucené větrání: 21,33 MWh za rok

Pro ohřev teplé vody: 5,85 MWh za rok

1.4 Zdroj tepla

1.4.1 Druh primární energie

Primární zdrojem je nízkopotencionální teplo venkovního vzduchu a elektrická energie potřebná pro chod tepelného čerpadla, dohřev teplé vody a dohřev tepla pro vytápění a vzduchotechniku v období nízkých teplot (nižších než bod bivalence -5,4 °C).

1.4.1.1 Tepelné čerpadlo

Zdrojem tepla pro vytápění, dohřev přiváděného vzduchu a ohřev teplé vody je tepelné čerpadlo pro vnitřní instalaci ALPHA INNOTECH LW310(L):

- | | |
|---|-----------|
| • Stanovený výkon při návrhové venkovní teplotě -12 °C: | 21,113 kW |
| • Teplota bodu bivalence: | 5,4 °C |
| • Výkon při teplotě bodu bivalence: | 25,450 kW |
| • Navržený teplotní spád zdroje: | 50/40 °C |
| • Hladina akustického tlaku ve vzdálenosti 1 m od zařízení: | 60 dB |

Tepelné čerpadlo bude umístěno v místnosti 1.04 (Technická místnost 1) v rohu místnosti, tak aby mohlo nasávat a vyfukovat vzduch z jiné fasády. Při instalaci tepelného čerpadla je třeba respektovat nařízení vlády č. 272/2011 Sb.

1.4.2 Elektrický akumulční ohříváč

Dohřívání teplé vody ze 45 °C na 55 °C bude provedeno v elektrickém akumulční zásobníku DRAŽICE OKCE 50. Objem zásobníku je 50 l, topný výkon 2,2 kW. Součástí zařízení je pojistný ventil. Ohřev zajišťuje keramické topné těleso ovládané provozním termostatem.

1.4.3 Elektrické topné těleso v zásobníku topné vody

Jako paralelně bivalentní zdroj bylo navrženo niklované elektrické topné těleso, které bude umístěno v akumulční nádrži topné vody. Připojovací závit M48x2, jmenovitý výkon 9 kW, připojení na elektrickou síť 3x400 V.

1.4.4 Elektrické topné těleso v zásobníku topné vody

Elektrické topné těleso REGULUS ETT-A-7,5 zajišťuje samostatný ohřev teplé vody na 70 °C z důvodu ochrany proti Legionelle a bude v provozu pouze v době stanové hygienickými předpisy. Navržené zařízení má připojení G 6/4", je bez termostatické hlavice, jeho jmenovitý výkon je 7,5 kW a připojení na elektrickou síť má 3x400 V.

1.5 Zabezpečovací a expanzní zařízení

Pro vyrovnávání objemu topné vody a pro udržení požadovaného přetlaku v otopné soustavě je navržena tlaková expanzní nádoba REFLEX Refix DC 140/10 s objemem 140 l. Expanzní nádoba je napojená na vrat topné vody potrubím DN15.

Pojistný ventil u tepelného čerpadla byl navržen: MEIBES Duco 3/4" × 3/4" – DN 20, otevírací přetlak 250 [kPa], pojistné potrubí DN20. Akumulační nádrž topné vody bude mít instalovanou přídatnou topnou vložku, proto byl navržen pojistný ventil MEIBES Duco 1/2" × 1,2" – DN 15, otevírací přetlak 250 kPa, pojistné potrubí DN15. U elektrického zásobníkového ohřívače teplé vody je pojistný ventil součástí zařízení, jeho parametry výrobce neuvádí.

Pojistný ventil u zásobníku teplé vody na straně vstupu studené vody byl navržen MEIBES Duco 3/4" × 3/4". Pojistný ventil u zásobníku teplé vody na straně výstupu vody byl navržen MEIBES Duco 1/2" × 1,2". Tento návrh byl proveden pomocí tabulek dle ČSN 06 0830. Bližší specifikaci a návrh provede specialista na ZTI.

Vstupní údaje:

- Celkový objem vody v otopné soustavě: $V_{os} = 3,66\text{m}^3$
- Nejmenší nejvyšší dovolený konstrukční přetlak: $p_k = 600\text{ kPa}$
- Nejnižší dovolený konstrukční přetlak: $p_d = 80\text{ kPa}$
- Maximální dovolený přetlak: $P_{hdov}=250\text{ kPa}$
- Maximální dovolený přetlak: $P_{ot}=250\text{ kPa}$

1.6 Otopná soustava

1.6.1 Popis otopné soustavy

Otopná soustava je navržena jako teplovodní – teplotní spád 50/40 °C s nuceným oběhem, dvoutrubková. Všechny trubní rozvody budou z měděných trubek spojovanými pájením. Rozvody jsou vedeny:

- V podlaze
- Na stěně (pouze 1.04 Technická místnost 1)
- Pod stropem (pouze 1.04 Technická místnost 1 a místnosti s podstropními vzduchotechnickými jednotkami)
- Stoupací potrubí jsou vedeny podél stěn opláštěný SDK

Všechny trubní rozvody budou izolovány tepelnou izolací KAIFLEX EF. Rozvody pod stropem budou zavěšeny do nosné konstrukce stropu pomocí závěsu a kloubové objímky. Potrubí vedeno na stěně bude uchyceno plastovým držákem.

Soustava se od zdroje (tepelné čerpadlo) postupně člení na větev k zásobníku teplé vody a větev ke kombinovanému rozdělovači a sběrači. Topná voda vedoucí k zásobníku teplé vody nepřímo ohřívá vodu přes výměník zásobníku na teplotu 45 °C. Dohřev teplé vody na 55 °C zajišťuje další zdroj – eklektický akumulací ohřívač. Pro ohřev teplé vody je navrženo i elektrické topné těleso umístěné přímo v zásobníku teplé vody. To je navrženo pro samostatný ohřev vody na 70 °C z důvodu ochrany proti Legionelle a bude v provozu pouze v době stanové hygienickými předpisy. Potrubí vedoucí k rozdělovači a sběrači vede přes akumulací nádrž topné vody, která vyrovnává potřebu tepelného výkonu a dodává ho v době vysokého tarifu elektrické energie.

V akumulční je navržena přídatná elektrická topná vložka jako paralelně bivalentní zdroj tepla. Rozdělovač a sběrač člení další rozvody na 3 větve. 1. větev zajišťuje rozvod topné vody k otopným tělesům v 1.NP. Soustava je v této části navržena se souproudým napojením otopných těles dle Tichelmanna. 2. větev protiproudým vedením dopravuje topnou vodu k výměníku ve vzduchotechnických jednotkách. 3. větev zajišťuje vytápění 2.NP napojením otopných těles protiproudým způsobem.

1.6.2 Čerpací technika

Nucený oběh teplotnosné látky zajistí oběhová čerpadla Wilo. Všechna navržena oběhová čerpadla mají funkci elektronické řízení otáček. Zdroj tepla – tepelné čerpadlo nemá zabudované vlastní oběhové čerpadlo.

Oběhové čerpadla:

- | | |
|--|--------------------------|
| • Větev z tepelného čerpadla k R+S: | WILO-Stratos PICO 30/1-4 |
| • Větev z tepelného čerpadla k zásobníku teplé vody: | WILO-Stratos PICO 15/1-4 |
| • Větev č.1 z R+S: | WILO-Stratos PICO 15/1-6 |
| • Větev č. 2 z R+S: | WILO-Stratos PICO 15/1-4 |
| • Větev č. 3 z R+S: | WILO-Stratos PICO 15/1-4 |

Oběhové čerpadlo pro k zásobníku teplé vody bude regulováno za konstantního tlaku. Ostatní čerpadla budou regulovaná s proměnným tlakem.

1.6.3 Plnění a vypouštění otopné soustavy

Plnění otopné soustavy bude prováděno pitnou vodou z domovního vodovodu přes úpravnu vody s automatickým doplňovacím zařízením REFLEX Fillcontrol. Vypouštění soustavy se provede pomocí vypouštěcích kohoutů umístěných nejnižších místech soustavy nebo přes zátku deskového otopného tělesa.

1.6.4 Otopné plochy

Na základě tepelných ztrát místnosti a zvoleného teplotního spádu byly navrženy deskové otopné tělesa RADIK RC PLAN VK s pravým spodním připojením nebo Korado RADIK RC PLAN VKL s levým spodním připojením. Jedná se o energeticky úsporná desková otopná tělesa s hladkou čelní deskou a s technologií řízeného zatékání otopné vody. Rozměry navržných těles jsou uvedeny ve výpočtové části. Barva všech těles je bílá RAL 9010. Umístění budou ve výšce 200 mm nad podlahou připojené přes přímě šroubení IVAR.SP. Ve třídách a jejich zázemí budou opatřeny ochranným krytem.

1.6.5 Regulace a měření

1.6.5.1 Hydraulická regulace

Všechna otopná tělesa byla hydraulicky zregulována pomocí 8-mi stupňového ventilu Radik VENTIL KOMPAKT. Nastavení je uvedeno ve výpočtové části a výkresové dokumentaci (označení VKV (X)). Po proplachu a ještě před zahájením topné zkoušky musí být ventil nastaven na

příslušnou polohu. Všechna otopná tělesa budou dále opatřena termostatickým ventilem s termostatickou hlavici IVAR.T 5000.

U větve č.2 (rozvod ke vzduchotechnickým jednotkám) je navržena kombinovaná armatura Hydronic D 9525 pro hydraulické vyvážení této části soustavy a regulaci. Na armaturu bude osazen termoelektrický pohon zajišťující regulaci výměníku ve vzduchotechnické jednotce změnou průtoku topného media.

Na větev č. 3 bude na vratném potrubí u rozdělovače a sběrače osazen vyvažovací ventil Hydronic D 9535. Ten zvýší tlakovou ztrátu, aby bylo dosaženo lepší pozice pracovního bodu čerpadla.

Větvě pro topení (větev č. 1 a větev č.3) budou vybaveny třícestným směšovacím ventilem:

- Větev č. 1: ESBE VRG 131 15-1.63
- Větev č. 2: ESBE VRG 131 15-1

1.6.6 Ekvitermní regulace

Větev č.1 a větev č.3 budou řízeny ekvitermní regulací dle venkovní teploty se zpětnou vazbou na teplotu interiéru v referenční místnosti (1.31B a 2.03). Větev č.2 (ke vzduchotechnickým jednotkám) se bude regulovaná kvantitativně pomocí kombinovaného 2-cestného regulačního a vyvažovacího ventilu. Jeho pohon bude napojen na řídicí jednotku vzduchotechniky. Zařízení budou opatřena měřicími prvky (manometr, teploměr) viz výkresová dokumentace. Přesný návrh regulace provede specialista na MaR.

1.7 Požadavky na ostatní profese

1.7.1 Stavební práce

Při montáži všech zařízení a prvku musí vedení stavby zajistit koordinaci s prováděním ostatních profesí.

1.7.1.1 Rozvody

Musí být provedeny prostupy přes stěny a stropy. Rozvody budou prováděny před provedením podlah, je nutné, aby skladby podlah byly připravené. Rozvody pod stropem budou prováděny před montáží podhledů a budou zavěšeny do nosné konstrukce stropu pomocí závěsu a kloubové objímky. Potrubí vedeno na stěně bude uchyceno plastovým držákem.

1.7.1.2 Tepelné čerpadlo

Zařízení musí být instalováno na nosném vodorovném roštu. Pod ním musí být zhotovena základová deska oddělená od podlahy dilatační spárou navazující na izolaci podlahy. Připojení zdroje na potrubí otopné soustavy bude pružně odděleno pomocí flexibilních hadic (není součástí dodávky tepelného čerpadla). Nasávání a výfuk vzduchu bude pomocí stavebnicového systému vzduchovodu ALPHA INOTEC LKS 900. Potrubí čtvercového průřezu vnějšího rozměru 900x900

[mm]. Průchodka zdí, která je součástí vzduchovodu, bude řádně upevněna ke zdivu již během vyzdívání stěn. Na vnější straně stěn musí být instalovaná proti dešťová mřížka. Z vnitřní strany dále bude instalovaný zakončovaný rám, který opticky začistí přechod mezi zdí a vzduchovodem. Instalace vzduchovodu musí být přesně dle pokynů uvedených v technickém listě zařízení, tak aby nedošlo k šíření hluku, vzniku tepelných mostů apod. Musí být přesně dodržena vzdálenost potrubí, aby nedošlo k mísení nasávaného a vyfukovaného vzduchu.

1.7.2 Požadavky na elektroinstalace

Musí být zajištěno připojení všech technologických zařízení na elektrickou energii dle požadovaných parametrů jednotlivých zařízení. Pro napojení zdroje a regulátoru je nutno v jeho blízkosti zřídit samostatné jištění ukončené zásuvkami s proudem 230 V a 400 V. Další zařízení potřebují napojení:

- Oběhová čerpadla Wilo: 1x230 V
- Eklektické topné těleso v akumulární nádobě teplé vody: 3x400 V
- Elektické topné těleso v akumulární nádobě topné vody: 3x400 V

1.7.3 Požadavky na rozvody zdravotnickiky

V 1.04 Technická místnost 1 musí být umístěna podlahová vpust' se zápachovou uzávěrou. Při provozu tepelného čerpadla bude vznikat kondenzát, ten se musí odvést do kanalizace potrubím systémem HT DN50 přes zápachovou uzávěru. Do místnosti 1.04 musí být zajištěn přívod studené vody. Musí se zajistit napojení studené vody do doplňovacího systému otopné soustavy. Dále se zajistí napojení zásobníku teplé vody na rozvody studené, teplé a cirkulační vody.

1.7.4 Požadavky na vzduchotechniku

Topná voda pro dohřev vzduchu ve výměníku vzduchotechnických jednotek bude mít teplotní spád 50/40 °C. Na tento teplotní spád je nutno navrhnout výměník.

1.7.5 Požadavky na regulaci

Specialista na MaR přesně navrhne systém regulace a zajistí dodávku pohonů pro směšovací a regulační armatury včetně teplotních čidel (venkovní i vnitřní).

Větev č.1 a větev č.3 budou řízeny ekvitermní regulací dle venkovní teploty se zpětnou vazbou na teplotu interiéru v referenční místnosti (1.31B a 2.03). Větev č.2 (ke vzduchotechnickým jednotkám) se bude regulovaná kvantitativně pomocí kombinovaného 2-cestného regulačního a vyvažovacího ventilu. Jeho pohon bude napojen na řídicí jednotku vzduchotechniky.

1.8 Ochrana zdraví a životního prostředí

1.8.1 Vlivy na životní prostředí

Instalací a provozem otopné soustavy včetně všech zařízení nedojde ke zhoršení vlivů na životní prostředí.

1.8.2 Vypouštění látky

Navržené zdroje tepla neprodukují emisní plyny ani nebezpečné látky. Při provozu tepelného čerpadla bude vznikat pouze kondenzát, ten bude odveden do kanalizace potrubím systémem HT DN50 přes zápachovou uzávěru.

1.8.3 Hospodaření s odpady

Při instalaci zařízení i jeho provozu je nutno plnit požadavky na hospodaření s odpady dle zákona 185/01 Sb. ve znění pozdějších předpisů.

1.9 Bezpečnost a požární ochrana

1.9.1 Požární ochrana

Při instalaci a provozu zařízení nejsou kladeny zvláštní požadavky na požární ochranu.

1.9.2 Bezpečnost při realizaci díla

Bezpečnost při realizaci díla - bezpečnost práce a technických zařízení při stavebních pracích zajišťuje zhotovitel. Veškeré práce mohou provádět pouze osoby (fyzické i právnické) s odpovídající kvalifikací. Při provádění všech prací je nutné dodržet nařízení vlády č. 591/2006 Sb. o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništi. Při instalaci tepelných čerpadel je třeba respektovat nařízení vlády č. 272/2011 Sb.

1.9.3 Bezpečnost při provozu a užívání zařízení

Při obsluze zařízení je nutno dodržovat postupy uvedené v návodech k obsluze zařízení a pokynech pro obsluhu zařízení. Předání návodů a pokynů pro obsluhu zařízení a zaškolení obsluhy je povinností zhotovitele zařízení.

1.10 Zkoušky otopné soustavy

Po dokončení montáže se provede zkouška dle ČSN 06 0310 za přítomnosti projektanta, dodavatele a investora. Před zkoušením se provede propláchnutí soustavy.

- Zkouška těsnosti
- Provozní zkouška – dilatační a topná

Topná zkouška potrvá minimálně 72 hodin, v průběhu musí být odzkoušeny všechny provozní stavy. O veškerých kontrolách a přejímkách se provedou písemné zápisy dle ČSN 06 0310. Po odzkoušení dodavatel provede poučení provozovatele o obsluze zařízení a předá mu dokumenty k obsluze a údržbě. Tyto dokumenty budou součástí dokumentace skutečného provedení stavby.

2 VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

Výkresová dokumentace je uložena v příloze. Seznam výkresů:

Č. výkresu	Název	Měřítko	Formát
01	PŮDORYS 1.NP	1:50	1680x594
02	PŮDORYS 2.NP	1:50	840x420
03	SCHÉMA ZAPOJENÍ OTOPNÝCH TĚLES	1:50	840x297
04	PŮDORYS TECHNICKÉ MÍSTNOSTI	1:25	840x420
05	SCHÉMA ZAPOJENÍ TECHNICKÉ MÍSTNOSTI	1:25	1050x420

3 ZÁVĚR

Hlavním záměrem mé bakalářské práce bylo navrhnout vytápění pro objekt mateřské školy zajišťující pokrytí tepelných ztrát, ohřev teplé vody a ohřev vzduchu při nuceném větrání. K tomuto jsem použil jako hlavní zdroj tepla tepelné čerpadlo využívající obnovitelné teplo ze vzduchu. Svoji bakalářskou práci jsem rozdělil na tři dílčí části.

První část je teoretická a věnuji se v ní tepelným čerpadlům. Při zpracování jsem na danou problematiku nahlížel z širšího hlediska s cílem zjednodušeně rozebrat všechny běžně se používající druhy. Stručně jsem se zmínil o jejich historii, základních principech fungování, výhodách a nevýhodách. Kromě toho jsem zde taky uvedl možnosti způsobu provozu, pomocné zdroje tepla, možnosti regulace a specifikace při použití jednotlivých druhů.

V druhé části, což je část výpočtová, jsem vypracoval návrh vytápění včetně všech technických a zabezpečovacích zařízení nutných k provozu. Celá budova bude vytápěna pomocí deskových otopných těles. Jako hlavní zdroj tepla jsem navrhl tepelným čerpadlem typu vzduch – voda ve vnitřním provedení, který je doplněný o paralelně bivalentní zdroj v podobě elektrického topného tělesa. Toto tělese bude instalováno v akumulární nádobě topné vody. Stejný zdroj zajišťují i teplo pro vzduchotechniku. Výměna vzduchu bude v celém objektu zajištěna nuceně větracím systémem využívající zpětné získávání tepla. Teplá voda se bude ohřívat zásobníkovým způsobem pomocí tepelného čerpadla a následného dohřevu elektrickým zásobníkem. Na konci této části jsem provedl energetické zhodnocení navržené varianty systému vytápění. Vypočítal jsem roční potřebu tepla a spotřebu elektrické energie.

V poslední projektové části jsem zpracoval technickou zprávu a výkresovou dokumentaci na základě předchozích výpočtů a návrhů.

4 POUŽITÉ ZDROJE

4.1 Literatura

1. POČINKOVÁ, Marcela a Lea TREUOVÁ. *Vytápění*. Brno: Computer Press, 2011. ISBN 978-80-251-3329-3.
2. SRDEČNÝ, Karel a Jan TRUXA. *Tepelná čerpadla*. Praha: EkoWATT, 2009. ISBN 978-80-87333-02-0.
3. ALPHA-INNOTEC. *Projekční příručka 2014. Kapitola 2.1 - Tepelná čerpadla vzduch/voda*. 2014.
4. GALAS, Otakar a Veronika ŠÍPKOVÁ. *Sborník o tepelných čerpadlech*. Ostrava: Moravskoslezský energetický klastr, 2014. ISBN 978-80-905392-9-7.
5. KARLÍK, Robert. *Tepelné čerpadlo pro váš dům*. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-2720-2.
6. VRÁNA, Jakub. *Technická zařízení budov v praxi: [příručka pro stavaře]*. Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-1588-9.

4.2 Internetové zdroje

7. *Postup při návrhu tepelných čerpadel - TZB-info* [online]. [vid. 2016-05-19]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla/12401-postup-pri-navrhu-tepelnych-cerpadel>
8. *Projekční podklady - PP_Logatherm_WPL-AR_CZ_CZ.pdf* [online]. [vid. 2016-05-20]. Dostupné z: http://www.buderus.cz/files/PP_Logatherm_WPL-AR_CZ_CZ.pdf
9. *Ekvitermní regulace – princip a využití v systémech regulace vytápění - TZB-info* [online]. [vid. 2016-05-24]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/mereni-a-regulace/6294-ekvitermni-regulace-princip-a-vyuziti-v-systemech-regulace-vytapani>
10. *Jak funguje SCROLL kompresor v tepelných čerpadlech ?* [online]. [vid. 2016-05-20]. Dostupné z: <http://www.vytapani.cz/okenko/scroll-kompresor>
11. *Sorpční chladicí zařízení - TZB-info* [online]. [vid. 2016-05-20]. Dostupné z: <http://vetrani.tzb-info.cz/klimatizace-a-chlazení/7712-sorpcni-chladici-zarizeni>
12. *Stirlingův motor - Princip* [online]. [vid. 2016-05-20]. Dostupné z: <http://stirlingmotor.cz/princip.html>
13. *Tepelná čerpadla země/voda - plocha - Tepelná čerpadla IVT* [online]. [vid. 2016-05-21]. Dostupné z: <http://www.cerpadla-ivt.cz/cz/tepelna-cerpadla-zeme-voda-plocha>
14. *Plošný kolektor v Novém Jičíně | podlahové vytápění, podlahové topení* [online]. [vid. 2016-05-21]. Dostupné z: <http://www.multibeton.cz/reference/cr/plosny-kolektor-v-novem-jicine>
15. *Topenáři EKOMPLEX - Tepelná čerpadla země - voda | Vytápění tepelným čerpadlem* [online]. [vid. 2016-04-15]. Dostupné z: <http://www.topeni-topenari.eu/topeni/topidla-alternativni/tepelna-cerpadla/zeme-voda.php>
16. *Tepelná čerpadla vzduch/voda · alpha-innotec.cz* [online]. [vid. 2016-05-24]. Dostupné z: <http://www.alpha-innotec.cz/tepelna-cerpadla-vzduch-voda.html>
17. *Tepelná čerpadla vzduch/vzduch - Tepelná čerpadla IVT* [online]. [vid. 2016-05-21]. Dostupné z: <http://www.cerpadla-ivt.cz/cz/tepelna-cerpadla-vzduch-vzduch>

18. *Ventilační tepelná čerpadla NIBE - TZB-info* [online]. [vid. 2016-05-21]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla/9008-ventilacni-tepelna-cerpadla-nibe>
19. *Rolf ANTIKOR - FE AKU ST - 6917.pdf* [online]. [vid. 2016-04-12]. Dostupné z: <http://www.rolf.cz/portals/67/Sys41/file1/6917.pdf>
20. *Doplňovací automaty „control“ – control-P, magcontrol, fillcontrol a fillSoft : Reflex* [online]. [vid. 2016-05-12]. Dostupné z: <http://www.reflexcz.cz/cz/doplnovaci-automaty-control>
21. *pds-domacnost.pdf* [online]. [vid. 2016-04-10]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/edee/content/file/produkty-a-sluzby/obcane-a-domacnosti/pds-domacnost.pdf>
22. *Součinitel prostupu tepla - TZB-info* [online]. [vid. 2016-03-26]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/prostup-tepla-stavebni-konstrukci/315-soucinitel-prostupu-tepla>
23. *ETL - Kombinovaný rozdělovač se sběračem - 405_06_new.qxd - kl_405_06_rozdelovaceR-SKOMBI.pdf* [online]. [vid. 2016-04-09]. Dostupné z: http://www.etl.cz/attachments/kl_405_06_rozdelovaceRSKOMBI.pdf
24. *KAI_Master_400x297 - kaiflex-ef-prospekt-20101.pdf* [online]. [vid. 2016-03-27]. Dostupné z: <http://www.azflex.cz/wp-content/uploads/kaiflex-ef-prospekt-20101.pdf>
25. *Expanzní nádoby Refix DC, HW : Reflex* [online]. [vid. 2016-05-14]. Dostupné z: <http://www.reflexcz.cz/cz/expanzni-nadoby-refix-de-junior-hw>
26. *Vyvažovací ventil koncových zařízení D9535 - Vyvažovací a kombinované ventily, clony - Přehled produktů - Hydronic Systems* [online]. [vid. 2016-05-25]. Dostupné z: <http://www.hydronic.cz/rubriky/prehled-produktu/vy vazovaci-a-kombinovane-ventily--clony/vy vazovaci-ventil-koncovych-zarizeni-d9535/>
27. *Elektrické ohřívače OKCE - Bojlery, ohřívače vody DZ Dražice* [online]. [vid. 2016-05-14]. Dostupné z: <http://www.dzd.cz/cs/ohrivace-vody-bojlery/elektricke-ohrivace-vody/zavesne-svisle/okce-kulate>
28. *Nepřímotopné ohřívače stacionární 1MPa - Bojlery, ohřívače vody DZ Dražice* [online]. [vid. 2016-03-30]. Dostupné z: <http://www.dzd.cz/cs/ohrivace-vody-bojlery/zasobniky-teple-vody/stacionarni-1mpa-pro-tepelna-cerpadla>
29. *Topné těleso 7,5 kW, typ A : Regulus* [online]. [vid. 2016-05-14]. Dostupné z: <http://www.regulus.cz/cz/topne-teleso-7-5-kw-typ-a>
30. *Systém nízkoenergetických prvků vytápění, chlazení a větrání - KORADO, a.s.* [online]. [vid. 2016-03-30]. Dostupné z: <https://www.korado.cz/produkty/s-control.html#radik-rc>
31. *s-control-integrovaný systém pro nízkoenergetické vytápění.pdf* [online]. [vid. 2016-03-30]. Dostupné z: <https://www.korado.cz/common/downloads/s-control-integrovaný-systém-pro-nízkoenergetické-vytápění.pdf>
32. *RADIK RC PLAN VK - KORADO, a.s. - KORADO, a.s.* [online]. [vid. 2016-03-30]. Dostupné z: <https://www.korado.cz/produkty/s-control/radik-rc-plan-vk.html>
33. *RADIK RC PLAN VKL - KORADO, a.s. - KORADO, a.s.* [online]. [vid. 2016-03-30]. Dostupné z: <https://www.korado.cz/produkty/s-control/radik-rc-plan-vkl.html>
34. *8-stupňový vložený ventil pro desková otopná tělesa v provedení ventil kompakt.pdf* [online]. [vid. 2016-05-16]. Dostupné z: <https://www.korado.cz/common/downloads/8-stupnovy-vlozeny-ventil-pro-deskova-otopna-telesa-v-provedeni-ventil-kompakt.pdf>

35. *Termostatická hlavice kapalinová IVAR.T 5000 : IVAR CS* [online]. [vid. 2016-05-16]. Dostupné z: <http://www.ivarcs.cz/cz/termostaticka-kapalinova-hlavice-ivar-t-5000-ivar-t-3000-ivar-td-3000>
36. *Topenářské šroubení, přímé provedení IVAR.SP 603 : IVAR CS* [online]. [vid. 2016-05-16]. Dostupné z: <http://www.ivarcs.cz/cz/topenarske-sroubeni-prime-provedeni-ivar-sp-603>
37. *Topné těleso 9000W 3 x 400V niklované do elektrokotlů, elektrokotel, bojler | Elektro Elny.cz - elektrické vytápění, náhradní díly elektro* [online]. [vid. 2016-05-12]. Dostupné z: <http://www.elny.cz/topne-teleso-9000w-3-x-400v-niklovane-do-elektrokotlu-elektrokotel-bojler/d-76908/>
38. *Směšovací ventily VRG131_132_133_24.pdf* [online]. [vid. 2016-05-11]. Dostupné z: http://www.bola.cz/data/attachments/VRG131_132_133_24.pdf
39. *Online katalog Wilo: Wilo-Stratos PICO* [online]. [vid. 2016-05-09]. Dostupné z: <http://productfinder.wilo.com/index.php#page=product&cat=c00000016000391ce00020023&pid=c00000016000391ce00020023&lcc=cz&lcd=cs&lbg=cs&tab=1&ini=847424&path=Wilo%2Cc0000002a0003a36300010023%2Cc0000002a0003a36d00010023>
40. *Kombinovaný 2-cestný regulační ventil D9525 - Vyvažovací a kombinované ventily, clony - Přehled produktů - Hydronic Systems* [online]. [vid. 2016-05-25]. Dostupné z: <http://www.hydronic.cz/rubriky/prehled-produktu/vy vazovaci-a-kombinovane-ventily--clony/kombinovany-2-cestny-regulacni-ventil-d9525/>
41. *Membránové pojistné ventily pro topení a systémy TV - závitové | MEIBES s.r.o.* [online]. [vid. 2016-05-14]. Dostupné z: <http://www.meibes.cz/kotelny/ventily-pojistne-a-smesovaci/pojistne-ventily-pro-systemy-vytapeni-atv-zavitove/membranove-pojistne-ventily-pro-topeni-a-systemy-tv-zavitove>

4.3 Zákony, normy a vyhlášky

42. ČSN 06 0830. ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA. *Tepelné soustavy v budovách - Zabezpečovací zařízení.* Praha: Český normalizační institut, 2014.
43. VYHLÁŠKA Č. 78/2013 Sb. *o energetické náročnosti budov.* 2013.
44. ČSN 06 0320. ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA. *Tepelné soustavy v budovách - Příprava teplé vody - Navrhování a projektování.* Praha: Český normalizační institut, 2006.
45. VYHLÁŠKA Č. 193/2007 Sb., *kteou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu.* 2007.
46. ČSN EN 12831. TEPELNÉ SOUSTAVY V BUDOVÁCH. *Výpočet tepelného výkonu.* Praha: Český normalizační institut, 2005.
47. ZÁKON Č. 406/2000 Sb. *o hospodaření energii.* 2000
48. ČSN 73 0540-3. ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA. *Tepelná ochrana budov - Část: 3 Návrhové hodnoty veličin.* Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2005.
49. ČSN 73 0540-2. ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA. *Tepelná ochrana budov - Část: 2 Požadavky.* Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
50. ČSN 73 0540. ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA. *Tepelná ochrana budov.* Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.

51. ČSN EN ISO 13790. *Energetická náročnost budov - Výpočet spotřeby energie na vytápění a chlazení. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009.*
52. TNI 73 0331. *Energetická náročnost budov - Typické hodnoty pro výpočet. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013.*

5 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

Označení	Popis	Jednotka
COP	topný faktor tepelného čerpadla	[-]
Q_T	topný výkon tepelného čerpadla	[kW]
P	příkon energie pro kompresor tepelného čerpadla	[kW]
Q_{CH}	chladicí výkon tepelného čerpadla	[kW]
A_x	teplota vnějšího prostředí, při srovnávání COP	[°C]
W_x	teplota teplonosné látky v otopném systému, při srovnávání COP	[°C]
R	tepelný odpor konstrukce	[m ² KW ⁻¹]
d	tloušťka vrstvy	[m]
λ	součinitel tepelné vodivosti materiálu	[Wm ⁻¹ K ⁻¹]
R_T	tepelný odpor při přestupu tepla	[m ² KW ⁻¹]
R_{si}	tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřním povrchu konstrukce	[m ² KW ⁻¹]
R_{se}	tepelný odpor při přestupu tepla na vnějším povrchu konstrukce	[m ² KW ⁻¹]
U	součinitel prostupu tepla	[Wm ⁻² K ⁻¹]
A	plocha konstrukce obálky budovy	[m ²]
b	teplotní redukční činitel	[-]
θ_{int}	návrhová vnitřní teplota vytápěného prostoru	[°C]
θ_e	návrhová venkovní teplota vzduchu	[°C]
θ_i	návrhová teplota nevytápěného prostoru	[°C]
U_{em}	průměrný součinitel prostupu tepla	[Wm ⁻² K ⁻¹]
H_T	měrná ztráta prostupem	[WK ⁻¹]
V	objem zóny	[m ³]
Φ_T	tepelná ztráta prostupem tepla vytápěného prostoru	[W]
Φ_V	tepelná ztráta větráním vytápěného prostoru	[W]
Φ_{HL}	celková návrhová tepelná ztráta	[W]
A_k	plocha konstrukce stavební části	[m ²]
U_{kc}	korigovaný součinitel prostupu tepla stavební části	[Wm ⁻² K ⁻¹]
e_k	korekční činitel vystavení povětrnostním vlivům	[-]
ΔU	korekční součinitel prostupu tepla zahrnující vliv tepelných mostů	[Wm ⁻² K ⁻¹]
f_j	redukční teplotní činitel na vliv sousedního prostoru	[-]
G_w	korekční činitel zohledňující vliv spodní vody	[-]
f_{g1}	korekční činitel zohledňující vliv ročních změn venkovní teploty	[-]
f_{g2}	teplotní redukční činitel zohledňující rozdíl mezi roční průměrnou venkovní teplotou a výpočtovou venkovní teplotou	[-]
θ_m	roční průměrná venkovní teplota	[°C]
H_v	součinitel návrhové tepelné ztráty větráním	[WK ⁻¹]
V_{inf}	množství vzduchu infiltrací ve vytápěném prostoru	[m ³ h ⁻¹]
V_{su}	množství nuceně přiváděného vzduchu do vytápěného prostoru	[m ³ h ⁻¹]
$V_{mech,inf}$	rozdíl mezi nuceně odváděným a přiváděným vzduchem	[m ³ h ⁻¹]
V_m	objem místnosti	[m ³]
e_i	stínící činitel	[-]
ε_i	výškový korekční činitel	[-]
Q_k	tepelný výkon pro vzduchotechniku	[W]
ρ	hustota	[kgm ⁻³]
c	měrná tepelná kapacita	[Jkg ⁻¹ K ⁻¹]
V_p	množství přiváděného vzduchu do zóny	[m ³ h ⁻¹]
θ_1	teplota předehřátého vzduchu	[°C]
η	účinnost výměníku zpětného získávání tepla	[-]
θ_2	teplota odváděného vzduchu	[°C]
$A_{úklid}$	plocha pro úklid	[m ²]
Q_{VZT}	celkový výkon pro provoz vzduchotechniky	[W]
V_p	denní potřeba teplé vody	[m ³]
Q_{2t}	teplo odebrané pro přípravu teplé vody	[Wh]

Q_{2z}	teplo ztracené cirkulací teplé vody	[Wh]
Q_{2p}	teplo celkem pro přípravu teplé vody	[Wh]
n_h	doba špičky odběru teplé vody	[h]
V_z	objem zásobníku teplé vody	[m ³]
$\Delta\theta$	rozdíl mezi teplotou požadované ohřáté teplé vody a studené	[°C]
ΔQ_{\max}	maximální rozdíl mezi odběrem a dodávkou tepla	[kWh]
Q_{tv}	jmenovitý výkon ohřevu teplé vody	[W]
Q_{1n}	potřebné teplo celkem po posunutí křivky odběru	[kWh]
t_{\max}	čas, kdy tepelná soustava v provozu	[h]
A_{tv}	potřebná teplosměnná plocha zásobníku teplé vody	[m ²]
C	rozdílový ukazatel	[-]
Q_n	výkon otopného tělesa, který udává výrobce	[W]
Q_{ot}	přepočítaný výkon otopného tělesa	[W]
n	teplotní exponent	[-]
Φ	součinitel zohledňující způsob připojení otopných těles	[-]
z_1	součinitel na úpravu okolí – zákryty, parapet...	[-]
z_2	součinitel zohledňující počet článků otopných těles	[-]
z_3	součinitel na umístění tělesa v místnosti	[-]
Φ_{VTP}	součet tepelných potřebných tepelných výkonu pro vytápění	[W]
$Q_{T.č.}$	potřebný výkon tepelného čerpadla	[W]
Q_{el}	výkon doplňujícího zdroje pro období nízkých teplot	[W]
Φ_{bb}	teplota bivalentního bodu	[°C]
m	průtok	[m ³ h ⁻¹]
a	autorita ventilu	[-]
k_v	průtokový součinitel	[m ³ h ⁻¹]
Δp_{ventil}	požadovaná ztráta ventilu	[Pa]
Δp_{dis}	dispoziční tlak	[Pa]
$t_{w1,\max}$	maximální teplota otopné vody	[°C]
n	součinitel zvětšení objemu	[-]
h_{os}	výška otopné soustavy	[m]
V_{os}	celkový objem vody v otopné soustavě	[m ³]
p_k	nejmenší nejvyšší dovolený konstrukční přetlak	[Pa]
p_d	nejnižší dovolený konstrukční přetlak	[Pa]
h_{mr}	výška manometrické roviny	[m]
S_o	průřez sedla pojistného ventilu	[m ²]
d_i	ideální průměr sedla pojistného ventilu	[m]
d_o	skutečný průměr sedla pojistného ventilu	[m]
a	součinitel zvětšení sedla	[-]
a_v	výtokový součinitel pojistného ventilu	[-]
φ_{ztt}	účinnost výměníku zpětného získávání tepla	[-]
F_p	podíl skla z plochy okna	[-]
g	propustnost skla	[-]
F_s	korekční činitel dalších stínících prvků	[-]
I	energie dopadajícího slunečního záření	[kWh·m ⁻² ·den ⁻¹]
q_{oc}	měrné zisky od osob	[Wm ⁻²]
q_{ap}	měrné zisky z vybavení	[Wm ⁻²]
f_{oc}	časový podíl přítomnosti osob	[-]
f_{ap}	časový podíl doby provozu	[-]
γ	podíl zisku a ztrát	[-]
t	časová konstanta budovy	[-]
C	vnitřní tepelná kapacita budovy	[kJ·K ⁻¹]
C_m	plošná měrná tepelná kapacita	[kJ·K ⁻¹ ·m ⁻²]
a	faktor setrvačnosti budovy	[-]
γ_h	podíl využití zisků	[-]
η_{DIS}	účinnost distribuce tepla	[°C]
$\eta_{sdílení}$	účinnost sdílení tepla	[-]

6 SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

6.1 Obrázky

Obrázek 2.1 Příklad určení bodu bivalence [8].....	22
Obrázek 2.2 Příklad průběhu ekvitermních křivek [9]	25
Obrázek 3.1 Princip kompresorového tepelného čerpadla [5]	26
Obrázek 3.2 Schéma absorpčního oběhu [11].....	28
Obrázek 3.3 Pokládání plošného kolektoru v Novém Jičíně společnosti Multibeton [14]	31
Obrázek 3.4 Princip tepelného čerpadla země-voda s hlubinným kolektorem [15].....	32
Obrázek 3.5 Venkovní jednotka tepelného čerpadla vzduch-voda [16]	34
Obrázek 3.6 Přivádění vzduchu k tepelnému čerpadlu ve vnitřním provedení [3]	35
Obrázek 3.7 Příklad tepelného čerpadla typu vzduch – voda ve vnitřním provedení [3]	35
Obrázek 3.8 Příklad tepelných čerpadel vzduch-voda pouze s venkovní jednotkou [16]	36
Obrázek 3.9 Princip ventilačního tepelné čerpadla [18]	37
Obrázek 6.1 Schéma skladby konstrukce F01.....	42
Obrázek 6.2 Schéma skladby konstrukce F02.....	43
Obrázek 6.3 Schéma skladby konstrukce F03.....	44
Obrázek 6.4 Schéma skladby konstrukce SN01.....	45
Obrázek 6.5 Schéma skladby konstrukce SN02.....	46
Obrázek 6.6 Schéma skladby konstrukce SN03.....	47
Obrázek 6.7 Schéma skladby konstrukce SN04.....	48
Obrázek 6.8 Schéma skladby konstrukce P01	49
Obrázek 6.9 Schéma skladby konstrukce P02	50
Obrázek 6.10 Schéma skladby konstrukce P03	51
Obrázek 6.11 Schéma skladby konstrukce P04	52
Obrázek 6.12 Schéma skladby konstrukce P05	53
Obrázek 6.13 Schéma skladby konstrukce S01	54
Obrázek 6.14 Schéma skladby konstrukce S02	55
Obrázek 6.15 Schéma skladby konstrukce S03	56
Obrázek 7.1 Energetický štítek obálky budovy	62
Obrázek 8.1 Tepelné toky v místnosti 1.05	68
Obrázek 8.2 Zjednodušený princip uvažované vzduchotechnické jednotky.....	118
Obrázek 8.3 Odběrový diagram teplé vody.....	122
Obrázek 8.4 Technické parametry elektrického akumulčního ohřivače DRAŽICE OKCE [27].....	124
Obrázek 8.5 Řez zásobníkem elektrického akumulčního ohřivače DRAŽICE OKCE [27]	124
Obrázek 8.6 Technické parametry navrženého zásobníku teplé vody [28].....	125
Obrázek 8.7 Schématický řez zásobníkem teplé vody [28]	126
Obrázek 8.8 Odběrový diagram pro ohřev teplé vody na 70 [°C].....	127
Obrázek 8.9 Technické parametry elektrické topné vložky REGULUS ETT-A-7,5 [29]	128
Obrázek 9.1 Způsob topení tělesa Korado RADIK RC [31].....	130
Obrázek 9.2 Schématický pohled na otopné těleso Korado RADIK RC PLAN VK [32].....	130

Obrázek 9.3 Způsob zapojení otopného tělesa Korado RADIK RC PLAN VK [32]	130
Obrázek 9.4 Schématický pohled na otopné těleso Korado RADIK RC PLAN VKL [33]	131
Obrázek 9.5 Způsob zapojení otopného tělesa Korado RADIK RC PLAN VKL [33]	131
Obrázek 9.6 8-mi stupňový ventil Radik VENTIL KOMPAKT [34]	133
Obrázek 9.7 Diagram – stupeň přednastavení 8-mi stupňového ventilu Radik VENTIL KOMPAKT [34]	133
Obrázek 9.8 Technické parametry termostatické hlavice IVAR.T 5000 [35]	134
Obrázek 9.9 Rozměrové schéma připojovacího šroubení IVAR.T 5000 [36]	135
Obrázek 10.1 Výkonové křivky navrženého tepelného čerpadla [3]	136
Obrázek 10.2 Tepelné čerpadlo Alpha innoTec LW310 (L) [3]	137
Obrázek 10.3 Rozměry navrženého tepelného čerpadla [3]	138
Obrázek 10.4 Technické parametry navrženého tepelného čerpadla [3]	139
Obrázek 10.5 Graf závislosti potřeby tepla od elektrické topné tyče v závislosti na venkovní teplotě	140
Obrázek 10.6 Elektrické topné těleso pro akumulční nádrž topné vody [37]	140
Obrázek 10.7 Technické parametry elektrického topného tělesa pro akumulční nádrž topné vody [37]	141
Obrázek 11.1 Pracovní schéma pro dimenzování potrubí a hydraulické seřízení soustavy – větev 1	142
Obrázek 11.2 Směšovací ventil ESBE VRG 131 15-1.63 [38]	144
Obrázek 11.3 Technické data ventilu ESBE VRG 131 15-1.63 [38]	144
Obrázek 11.4 Výkonová charakteristika oběhového čerpadla Wilo-Stratos PICO (PBČ je pracovní bod čerpadla) [39]	145
Obrázek 11.5 Oběhové čerpadlo Wilo-Stratos PICO [39]	146
Obrázek 11.6 Pracovní schéma pro dimenzování potrubí a hydraulické seřízení soustavy – větev 2	147
Obrázek 11.7 Ruční vyvažovací a dvoucestný regulační ventil HYDRONIC D 9525 [40]	148
Obrázek 11.8 Technické údaje navržené armatury D 9525 [40]	148
Obrázek 11.9 Charakteristika tlakových ztrát armatury D 9525 [40]	149
Obrázek 11.10 Výkonová charakteristika oběhového čerpadla Wilo-Stratos PICO (PBČ je pracovní bod čerpadla) [39]	150
Obrázek 11.11 Pracovní schéma pro dimenzování potrubí a hydraulické seřízení soustavy – větev 3	151
Obrázek 11.12 Technické údaje navržené armatury D 9535 [26]	154
Obrázek 11.13 Charakteristika tlakových ztrát armatury D 9535 [41]	154
Obrázek 11.14 Výkonová charakteristika oběhového čerpadla Wilo-Stratos PICO (PBČ je pracovní bod čerpadla) [39]	155
Obrázek 11.15 Pracovní schéma pro dimenzování potrubí v technické místnosti 1.04	156
Obrázek 11.16 Tlaková ztráta akumulční nádrže pro teplou vodu Dražice OKC 500 NTR/HP [28]	156
Obrázek 11.17 Výkonová charakteristika oběhového čerpadla Wilo-Stratos PICO (PBČ je pracovní bod čerpadla) [39]	158

Obrázek 11.18 Výkonová charakteristika oběhového čerpadla Wilo-Stratos PICO (PBČ je pracovní bod čerpadla) [39].....	158
Obrázek 11.19 Návrh pojistných ventilů MEIBES Duco [41], červená - pojistný ventil pro akumulární nádobu topné vody, modrá - pojistný ventil pro tepelné čerpadlo, oranžová - pojistný ventil pro akumulární nádobu teplé vody na výstupu teplé vody, zelená - pojistný ventil pro akumulární nádobu teplé vody na vstupu studené vody	163
Obrázek 11.20 Technické parametry expanzní nádoby REFLEX Refix DC [25]	164
Obrázek 11.21 Z izolované potrubí	165
Obrázek 11.22 Izolace KAIFLEX EF na měděném potrubí [24]	165
Obrázek 11.23 Návrh tloušťky tepelné izolace potrubí [24]	166
Obrázek 12.1 Modulová řada kombinovaného rozdělovače a sběrače RS KOMBI ETL Ekotherm [23]	167
Obrázek 12.2 Skutečné rozměry navrženého rozdělovače a sběrače	167
Obrázek 12.3 Schéma a pohled na navrženou akumulární nádrž [19].....	168
Obrázek 12.4 Rozměry navržené akumulární nádrže [19].....	169
Obrázek 12.5 Technické parametry Reflex Fillcontrol [20].....	169
Obrázek 12.6 Technické parametry Reflex Fillsoft [20]	170
Obrázek 12.7 Technické parametry Reflex Fillmeter [20].....	170
Obrázek 13.1 Závislost venkovní teploty na COP tepelného čerpadla Alpha-InnoTec.....	172
Obrázek 13.2 Graf závislosti COPu na venkovní teplotě.....	173
Obrázek 13.3 Graf spotřeby energie a spotřeby tepla na vytápění.....	179
Obrázek 13.4 Graf spotřeby tepla a spotřeby energie na přípravu teplé vody v průběhu roku.....	181
Obrázek 13.5 Graf podíl spotřeby elektrické energie pro přípravu TV dle jednotlivých zdrojů.....	182
Obrázek 13.6 Graf spotřeby energie pro vytápění a přípravu TV v průběhu roku	182

6.2 Tabulky

Tabulka 2.1 Příklad COPu stejného tepelného čerpadla při jiných vstupních parametrech [2].....	21
Tabulka 6.1 Hodnoty odporu při přestupu tepla [48]	42
Tabulka 6.2 Přehled položek pro které byl součinitel prostupu tepla převzat přímo od výrobce	56
Tabulka 6.3 Součinitel prostupu tepla: konstrukce obálky budovy	57
Tabulka 6.4 Součinitele prostupu tepla: vnitřní konstrukce.....	57
Tabulka 7.1 Zatřídění obálky budovy dle vyhlášky 78/2013 Sb. [43]	63
Tabulka 8.1 Výpočet tepelných ztrát jednotlivých místností.....	115
Tabulka 8.2 Přehled tepelných jednotlivých místností.....	117
Tabulka 8.3 Výpočet tepelného výkonu pro vzduchotechniku.....	119
Tabulka 8.4 Přehled výstupních hodnot výkonů pro vzduchotechniku	120

Tabulka 8.5 Podrobný rozbor potřeby teplé vody.....	121
Tabulka 8.6 Rozložení potřeby teplé vody průběhu dne	122
Tabulka 8.7 Výpočet jmenovitého výkonu pro ohřev teplé vody na 70 [°C].....	127
Tabulka 9.1 Technické parametry otopného tělesa Korado RADIK RC PLAN VK [32].....	130
Tabulka 9.2 Technické parametry otopného tělesa Korado RADIK RC PLAN VKL [33]	131
Tabulka 9.3 Návrh rozměrů otopných těles.....	132
Tabulka 10.1 Potřeba tepelného výkonu od elektrické topné tyče v období nízkých teplot	140
Tabulka 11.1 Dimenzování a hydraulické seřízení 1. otopné větve.....	143
Tabulka 11.2 Dimenzování a hydraulické seřízení 2. otopné větve.....	149
Tabulka 11.3 Dimenzování a hydraulické seřízení 3. otopné větve.....	153
Tabulka 11.4 Dimenzování potrubí v technické místnosti 1.04	157
Tabulka 11.5 Přehled prvků v otopné soustavě z hlediska návrhu zabezpečovacích zařízení.....	159
Tabulka 11.6 Návrh pojistného ventilu u tepelného čerpadla.....	161
Tabulka 11.7 Návrh pojistného ventilu u akumulční nádrže topné vody s elektrickou topnou vločkou.....	162
Tabulka 11.8 Stanovení jmenovitého průměru pojistného ventilu na přívodu studené vody k ohřívači [42]	162
Tabulka 11.9 Stanovení jmenovitého průměru pojistného ventilu na výstupu teplé vody k ohřívači [42]	163
Tabulka 11.10 Návrh expanzní nádoby.....	164
Tabulka 11.11 Návrh tloušťky tepelné izolace potrubí	166
Tabulka 13.1 Plocha a orientace prosklených výplní otvorů v obvodovém plášti	172
Tabulka 13.2 Určení COP v závislosti na venkovní teplotě [3]	172
Tabulka 13.3 Provoz vytápění	173
Tabulka 13.4 Provoz nucené větrání, ohřev teplé vody	173
Tabulka 13.5 Výpočet měrných tepelných toků	174
Tabulka 13.6 Potřeba tepelné energie pro pokrytí ztrát prostupem.....	175
Tabulka 13.7 Potřeba tepelné energie pro pokrytí ztrát větráním.....	175
Tabulka 13.8 Uvažovaná energie dopadajícího slunečního záření dle 730331 [52]	176
Tabulka 13.9 Výpočet venkovních zisků od dopadajícího slunečního záření.....	176
Tabulka 13.10 Výpočet podílu zisku a ztrát	176
Tabulka 13.11 Výpočet vnitřní tepelné kapacity budovy.....	177
Tabulka 13.12 Výpočet časové konstanty, faktoru setrvačnosti budovy a podílu využití zisků	177
Tabulka 13.13 Výpočet denní potřeby se započítáním zisků	177
Tabulka 13.14 Výpočet měsíční potřeby tepla pro vytápění	178
Tabulka 13.15 Výpočet měsíční spotřeby tepla pro vytápění.....	178
Tabulka 13.16 Měsíční spotřeba energie pro vytápění.....	178
Tabulka 13.17 Výpočet denní potřeby tepla pro ohřev teplé vody tepelným čerpadlem a elektrickým akumulčním ohřívačem	180
Tabulka 13.18 Výpočet měsíční potřeby tepla na ohřev teplé vody	180
Tabulka 13.19 Výpočet spotřeby tepla pro ohřev teplé vody.....	181

Tabulka 13.20 Výpočet spotřeby energie na ohřev teplé vody	181
---	------------

7 SEZNAM PŘÍLOH

- Výkres 01: PŮDORYS 1.NP
- Výkres 02: PŮDORYS 2.NP
- Výkres 03: SCHÉMA ZAPOJENÍ OTOPNÝCH TĚLES
- Výkres 04: PŮDORYS TECHNICKÉ MÍSTNOSTI
- Výkres 05: SCHÉMA ZAPOJENÍ TECHNICKÉ MÍSTNOSTI